

Jussi-Pekka Pulkkinen T498SN

Hybriditekniikka autoissa

Hybriditekniikan vaikutus korjaamoihin

Opinnäytetyö
Auto- ja kuljetusalan ko.


Toukokuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 17.5.2013	
Tekijä(t) Jussi-Pekka Pulkkinen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Auto- ja kuljetustekniikka	
Nimeke Hybriditekniikka autoissa Hybriditekniikan vaikutus korjaamoihin			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia hybriditekniikkaa autoissa. Hybriditekniikkaan perehdytään ensin yleisellä tasolla, ja sitten tarkempi perehtyminen tehdään Hondan Insight-malliin. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää myös, miten hybridiautot vaikuttavat korjaamojen toimintaan ja miten hybridiauto poikkeaa perinteisestä autosta auton käyttäjän näkökulmasta. Honda Insightilla suoritettiin myös pidempi koeajo käytännön havaintojen ja kulutuslukemien selvittämiseksi. Lisäksi Insightin kulutusta verrattiin erityyppiseen vähäpäästöiseen autoon.</p> <p>Hybridiauto poikkeaa tavallisesta autosta tekniikkansa osalta paljon, myös eri tavalla toteutettuja hybridiratkaisuja on useita. Tarkempi perehtyminen tehtiin siksi vain yhteen automalliin ja tekniikan toteutustapaan. Korjaamoihin hybridiautot vaikuttavat lähinnä asentajien työturvallisuuden liittyvien seikkojen osalta. Käyttäjää kiinnostavia seikkoja hybridiautoissa taas ovat esimerkiksi niiden hinnat verrattuna perinteisiin autoihin, ja poikkeavan tekniikan vaikutukset auton käyttöön. Tietolähteiden tukena työssä käytettiin hybridiautoilla ajavien kokemuksia sekä merkikorkorjaamojen tietämystä.</p> <p>Hybriditekniikasta sekä -autoista saatiin työhön kerättyä monenlaista tietoa ja myös erilaisia näkemyksiä. Honda Insight todettiin myös käytännössä hyväksi tuotteeksi sekä myös varsin taloudelliseksi autoksi. Hybriditekniikan hyötyjen todettiin odotusten mukaisesti olevan suurimmillaan kaupunkiajossa. Opinnäytetyötä voi hyödyntää esimerkiksi hybridiauton ostamista suunnitteleva henkilö.</p>			
Asiasanat (avainsanat) Hybridit, hybridiautot, autot			
Sivumäärä 52+5	Kieli Suomi	URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Kari Ehrnrooth		Opinnäytetyön toimeksiantaja	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the master's thesis 17.5.2013	
Author(s) Jussi-Pekka Pulkkinen		Degree programme and option Automotive- and Transportation Degree	
Name of the master's thesis Hybrid technology in cars and its effects to garages			
Abstract <p>The purpose of this thesis was to find out how hybrid cars affect the operation of garages. Another aim was to learn more about the hybrid technology. The Honda Insight was used as an example. Hybrid cars were also discussed at a general level.</p> <p>The information was collected from the Internet. Some interviews were also made to garages about hybrid cars. Information about hybrid cars technology and Honda Insight was obtained mainly from professional literature. Interviews of car owners were also made to find out their experiences about cars. A test drive with Honda Insight was also performed.</p> <p>Hybrid cars mainly affect the mechanics' working safety issues. The thesis can be utilized for example by a person who is going to buy a hybrid car.</p>			
Subject headings, (keywords) Hybrid, hybrid cars, cars			
Pages 52+5	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Kari Ehrnrooth		Master's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	HYBRIDITEKNIikka	2
2.1	Hybridien luokittelu	3
2.2	Sarjahybridi	5
2.3	Sekahybridi	6
2.4	Rinnakkaishybridi	8
3	HONDAN HYBRIDITEKNIikka	9
3.1	Honda hybridimallisto	11
3.1.1	Honda Civic	11
3.1.2	Honda CR-Z	12
3.1.3	Honda Jazz	13
3.2	Honda Insight	14
3.2.1	Polttomoottori	16
3.2.2	Vaihteisto	18
3.2.3	Sähköjärjestelmä	18
3.2.4	Toiminta ajotilanteissa	21
4	HYBRIDIAUTON OMISTAMINEN	24
4.1	Autojen hinnat	25
4.1.1	Myyntitilastot Suomessa	26
4.2	Käyttökustannukset	28
4.3	Huoltaminen	31
4.4	Ajaminen	32
4.5	Hybridin hyvät ja huonot puolet	33
5	HYBRIDIAUTO KÄYTÄNNÖSSÄ	35
5.1	Hybridi korjaamolla	35
5.2	Hybridi katsastuksessa	37
5.3	Korjaamohaastattelut	37
5.4	Omistajien kokemukset	37
5.4.1	Yleiset kokemukset	38
5.4.2	Omistajien haastattelut	38
5.5	Ajokoe	39
5.5.1	Kulutusmittaukset	41

5.5.2	Tulosten pohdinta.....	43
5.6	Hybriditekniikan muut käyttökohteet	45
5.7	Hybridien tulevaisuudennäkymät	47
6	YHTEENVETO	49
LIITTEET		
1	Korjaamohaastattelut	
2	Omistajien haastattelut	
3	Hybridikäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröinnit 2011-2012	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tutkii hybriditekniikkaa autoissa. Hybriditekniikka yleistyy liikenteessä tavoiteltaessa pienempiä päästöjä ja pienempää kulutusta. Hybriditekniikkaan perehdytään yleisellä tasolla, ja lisäksi Hondan hybriditekniikkaan tarkemmin. Tarkempi perehtyminen tehdään Honda Insight -malliin. Auton tekniikan ratkaisuiden lisäksi perehdytään auton toimintaan eri ajotilanteissa.

Työssä selvitetään myös hybriditekniikan vaikutuksia korjaamojen toimintaan. Hybriditekniikan yleistyminen asettaa erinäisiä vaatimuksia erityisesti korjaamohenkilöstölle. Lisäksi selvitetään miten tekniikaltaan perinteisestä poikkeavan auton käyttäminen eroaa perinteisen auton käytöstä. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi huollot, autolla ajaminen ja käyttökustannukset.

Hybridiautojen tärkein myyntivaltti on pieni polttoaineen kulutus. Käytännön ajokoe selvittää, miten pieniin kulutuslukemiin Honda Insight pääsee kaupunki- ja maantieajokokeissa. Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena on selvittää hybriditekniikkaan liittyvät perusasiat ja lisäksi hybriditekniikan vaikutukset auton käyttäjien sekä korjaamojen näkökulmasta.

2 HYBRIDITEKNIikka

Ferdinand Porschen patentti jo vuodelta 1896 oli hybridiratkaisu jossa oli sähköiset napamootorit pyörissä. Bensiinikäyttöinen generaattori latsi akkuja. Hyvin pitkän aikaa sitten hybridiratkaisuja on siis jo tehty, ne ovat jopa olleet hyvin samankaltaisia kuin nykyisin. /1./

Viimeisen reilun 100 vuoden aikana on ollut myös niin, että hybridit eivät ole olleet juuri esillä. 1990-luvun lopulla puhe hybrideistä alkoi kiihtyä, ja pitkälle vietyjä hybridi-konseptiautoja tuotiin yleisön nähtäville. Samoihin aikoihin tulivat myös ensimmäiset hybridien tuotantomallit. Ensimmäisiä tuotantomalleja olivat Toyota Prius (1996) sekä Honda Insight (1999). Vuodesta 2000 tähän vuoteen 2013 hybridiautoista on puhuttu enemmän kuin koskaan, ja autonäyttelyt ovat olleet niitä täynnä. Konseptiautoja hybrideistä on ollut useilla valmistajilla, ja tuotannossakin niitä on paljon. Hybridiauton voi nyt jo valita melko kattavasta merkkitarjonnasta, ja lisää tulee. Hybriditekniikka on liikenteessä tulevaisuutta, ja se tulee yleistymään voimakkaasti.

Hybridiauto tarkoittaa autoa, jossa on kaksi eri käyttövoimaa. Käytössä on tyypillisesti ollut bensiini- ja sähkömoottorin yhdistelmä. Polttomoottorin ja hydraulisen järjestelmän yhdistelmää ei ole henkilöautoissa nähty, mutta raskaassa kalustossa ja työkooneissa kyseiset yhdistelmät ovat olleet käytössä. Sähkömoottoria ei ole niin mielekästä yhdistää dieselmoottoriin, koska dieselin hyötysuhde on jo itsessään niin korkea, että sähkömoottorin avustus ei ole niin hyödyllistä. Pitkälle vietyjä dieselhybridiratkaisuja on kuitenkin tehty. Volvo onkin tuonut jo markkinoille kaikkien aikojen ensimmäisen dieselhybridin, jonka voi ladata myös pistokkeesta. Uusimpia ratkaisuja on hybriditekniikalla toteutettu neliveto. Ratkaisu toimii siten, että sähkömoottori pyörittää vain taka-akselia, ja etuveto on toteutettu kuten perinteisessä autossa. Nelivetohybridit toimivat rinnakkaishybridien tavoin, vaikka moottorit pyörittävätkin eri akseleita. Periaatteessa mahdollisuus on ajamiseen kuten takavetoisella sähköautolla tai etuvetoisella polttomoottoriautolla. Tarvittaessa etenemiskykyä käytetään molempia moottoreita ja auto on nelivetoinen. /1; 10./

Yhdistelmä on useimmiten toteutettu niin, että sähkömoottori avustaa bensiinimoottoria. Polttomoottori jonka voimalinjaan sähkömoottori yhdistetään, on usein melko pieni. Apu ylämäissä ja kiihdytyksissä on siten hyödyllistä. Polttomoottorin kuormi-

tusta saadaan silloin vähennettyä huomattavasti sähkömoottorin avulla. Näin siis moottorin kulutus- ja päästölukemat tulevat reilusti alas. Arvostettu ja paljon käytetty toisen tyyppinen ratkaisu on toteutettu niin, että bensiinimoottori toimii vain generaattorina ja sähkömoottori tai -moottorit liikuttavat itse autoa. Jokaisessa ratkaisussa on omat etunsa ja heikkoutensa, kaikki tuntuvat kuitenkin käyttäjistä varsin toimivilta.

Hybriditeknikka vaatii autosta paljon, ja hybridiauto poikkeaa tavallisesta autosta huomattavasti. Esimerkiksi suuret korkeajännitteiset akkupaketit, lähinnä niiden sijoittaminen autoon, pakottaa autonvalmistajat tekemään kompromisseja. Usein akkupaketit ovat tavaratilan pohjan alla, mutta akkuja sijoitetaan myös keskitunneliin koko auton mitalta. Akkujen lataus on myös suuri vaikuttava tekijä hybridiauton valmistuksessa. Pistokehybridit eivät ole vielä yleisiä, mutta ensimmäiset ovat kyllä jo tulleet. Akkujen lataamiseen käytetäänkin useimmiten auton käytöstä vapautuvaa hukkaenergiaa, sitä otetaan erilaisten järjestelmien avulla talteen ja akut latautuvat. Energiaa otetaan talteen jarrutuksista, moottorijarrutuksesta ja polttomoottorista. Aurinkokennotkin ovat jo käytössä, mikä on moderni ja varsin tehokas tapa ladata akkuja, ja se tulee varmasti yleistymään.

2.1 Hybridien luokittelu

Hybridit luokitellaan kolmeen eri luokkaan: mikro-, kevyt- ja täyshybrideihin. Perusteina luokittelulle on lähinnä se, kuinka tehokkaita sähkömoottorit ovat ja kuinka hyvin pystytään ajamaan pelkällä sähköllä. /1./

Siihen minkälaisella rakenteella hybridit ovat toteutettu, on määritetty myös kolme eri luokkaa: Sarja-, rinnakkais- ja sekahybridit. Rakenne kertoo siitä miten molemmat moottorit on kytketty voimalinjaan, ja miten niitä voidaan hyödyntää auton liikuttamiseen. Erityyppisiin rakenteisiin perehdytään tarkemmin tulevilla luvuilla. /1./

Mikrohybridi, teho n.2-4kW tarkoittaa lähinnä vain start/stop-automatiikkaa näissä polttomoottori sammuu risteyksiin pysähdyttäessä polttoaineen säästämiseksi. Manuaalivaihteisessa autossa moottori sammuu, kun kuljettaja laittaa vaihteen vapaalle ja pitää jarrun pohjassa auton olleessa pysähdyksissä. Käynnistys tapahtuu, kun kytkinpoljinta painetaan, käynnistyminen ei hidasta normaalia liikkeelle lähtöä kaupunkiajossa. Automaattivaihteiston tapauksessa riittää, kun jalan pitää jarrulla, kunnes

auto on pysähtynyt. Moottori käynnistyy nopeasti, kun jalan vapauttaa jarrulta. Mikrohybrideissä start/stop-järjestelmää käyttävä sähkömoottori toimii myös generaattorina. 12V akku latautuu moottorijarrutuksissa, ja jarrutuksista otetaan energia talteen. Polttoaine kuluissa säästö on 3 – 6%. Mikrohybrideitä ei varsinaisesti mielletä hybridautoiksi, koska sähkömoottori ei ole kytketty voimalinjaan, ratkaisu on kuitenkin yleistynyt nykyautoissa voimakkaasti. Start/stop on lähes jokaisessa uudessa autossa. Järjestelmän saa kytkettyä kojelaudan kytkimestä pois päältä kuljettajan niin halutessa. Järjestelmä ei ole toiminnassa, mikäli moottori ei ole käyttölämpötilassaan tai jos ulkolämpötila on liian alhainen. Järjestelmän toiminta ei ole näissä tilanteissa hyödyllistä. Generaattorina sähkömoottori toimii kuitenkin myös silloin, kun start/stop ei ole käytössä, lisäksi jarrutusenergia otetaan talteen. /1./

Kevythybridissä taas sähkömoottori on jo tehokkaampi n.6-15kW. Molemmat moottorit ovat silloin kytketty voimalinjaan, ja niistä saadaan täysi hyöty auton liikuttamiseen, pelkällä sähköllä ajaminen ei ole kuitenkaan mahdollista. Käytössä voi kuitenkin olla polttomoottorin lepuutustoiminto, joka saa auton kulkemaan hyvin äänettömästi. Sähkömoottori voi korvata kevythybrideissä laturin ja käynnistinmoottorin, apulaitteissakin voidaan siten säästää. Kevythybrideissä tekniikka vaatii jo oman korkeajännitteisen akkupaketin, joka usein sijaitsee tavaratilan alla. Start/stop-automatiikka on poikkeuksetta varustelussa, ja myös moottorijarrutuksista sekä käyttöjarruista vapautuva energia otetaan talteen. Auton omasta liike-energiasta otetaan kaikki lataus korkeajänniteakulle. Kulutus laskee kevythybrideissä n.15%. /1./

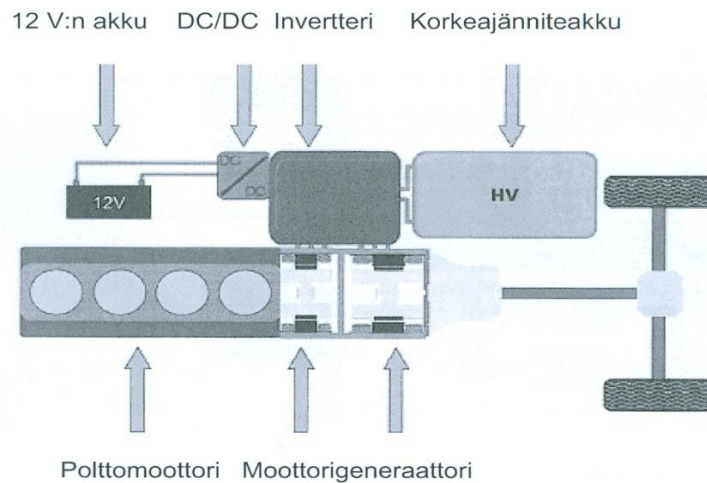
Täyshybrideissä sähkömoottorin teho on jo yli 20kW. Sähkömoottorin merkitys siis kasvaa luokasta riippuen. Myös hybridijärjestelmien jännite kasvaa merkittävästi sähkömoottorin tehon kasvaessa. Tehokkaalla sähkömoottorilla pystytään jo hyvin merkittävästi vähentämään polttomoottorin kuormitusta, ja mahdollisesti myös liikuttamaan itse autoa pelkällä sähköllä. Täyshybrideissä kulutus laskeekin jo 25%. Pelkällä sähköllä pystytään ajamaan parhaimmillaan jopa lähes 100 km/h. Sähkömoottori tietysti vähentää tarvittaessa myös polttomoottorin kuormitusta eri ajotilanteissa, kuten kevythybridissäkin. Täyshybridissä tuttu ratkaisu on planeettapyörästö, joka huolehtii moottoreiden käytöstä ajotilanteesta riippuen, moottoreiden käyttöä pystytään mahdollisesti ohjaamaan myös auton ”vaihdekepitä” (Prius). Mahdollisuus on silloin valita esimerkiksi ajo-ohjelma, joka käyttää mahdollisimman paljon pelkkää sähkömoottoriasekä lisäksi voimistaa regeneroivaa jarrutusta. Silloin auton ”moottorijarrutus” on

hyvin voimakas, eikä käyttöjarrua tarvitse niin paljon käyttää. Auton molemmat moottorit ovat siis kytketty voimalinjaan. Täyshybrideitä on paljon toteutettu myös niin, että polttomoottori toimii vain generaattorina, ja sähkömoottori on silloin voimalinjas-
sa yksin. Tässä tapauksessa sähkömoottoreita on usein useampia. Tämä ratkaisu on käytössä myös esimerkiksi meriliikenteessä. Täyshybridi-nimi ei ole ollut paljon käytössä mainonnassa. Esimerkiksi Toyota Prius on jo pitkään ollut varustettuna yli 20kW sähkömoottorilla. Sitä kuitenkin markkinoitiin täyshybridinä vasta, kun sitä oli mahdollisuus ladata pistokkeesta, täyshybridi se on kuitenkin ollut aina. /1./

Kaikissa hybrideissä korkeaajänniteakkuja ja 12V:n akkuja varataan ottamalla hukka-energiaa talteen eri lähteistä. Hukkaenergian talteenotto välttämätöntä, jotta voidaan ylläpitää korkeaajännitteisen hybridijärjestelmän toimintaa. Lisäksi käytön tulisi olla mahdollisimman vaivatonta. Start/stop-automaatiikka on nykyisin lähes kaikissa hybrideissä. Liikkeelle voidaan parhaimmillaan lähteä myös pelkällä sähköllä. Suurta hyötyä saadaan myös siitä, että lähdetään molempien moottoreiden avulla liikenteeseen, varsinkin kovemmassa kiihdytyksessä. Maantieajossa merkittävää on myös se, että hybriditekniikan avulla voidaan välttää polttomoottorin käyttöä epäedullisilla toiminta-alueilla. Esimerkiksi jyrkissä ylämäissä sähkömoottorista on iso apu. Tämä säästää polttomoottoriaja pienentää polttoaineenkulutustasekä vähentää päästöjä huomattavasti.

2.2 Sarjahybridi

Sarjahybridissä polttomoottorilla ei ole mekaanista yhteyttä voimansiirtoon, sen tarkoitus on vain ladata akkuja (kuva 1). Polttomoottori voidaan pysäyttää varaustason ollessa riittävän korkea. Myös 12V:n järjestelmän akkua ladataan korkeaajännitejärjestelmästä, siksi välissä on jännitemuunnin (DC/DC). Sähkömoottorin ja korkeaajännite akun välissä on invertteri, jotta akun lataaminen ja käyttöjännitteen saaminen sähkömoottorille toimivat./1./



KUVA 1. Sarjahybridi /1/

Polttomoottori on sarjahybrideissä perheauto-kokoluokkaa, ja usein sähkömoottori tai -moottorit ovat tässä ratkaisussa varsin tehokkaita. Tehokkailla sähkömoottoreilla varmistetaan autojen riittävä suorituskyky. Hybridiautojen mahdollisesta, jo varsin urheilullisesta suorituskyvystä kertoo tätä ratkaisua käyttävä Fisker Karma, jota valmistetaan Uudessakaupungissa. Siinä on joka pyörällä oma sähkömoottorinsa, auto on siis nelivetoinen. Kaikkia sähkömoottoreita lataa bensiinikäyttöinen ahdettu polttomoottori. Ratkaisu ja kyseinen auto ovat varsin kallis yhdistelmä. Ratkaisuna tämä on hyvin ympäristöystävällinen, auton liikuttaminen tapahtuu kuitenkin vain sähköllä. Fisker Karman lisäksi sarjahybridejä ovat myös vähän tavallisemmat autot: GM:n Chevrolet Volt ja sen sisarmalli Opel Ampera (kuva 2).

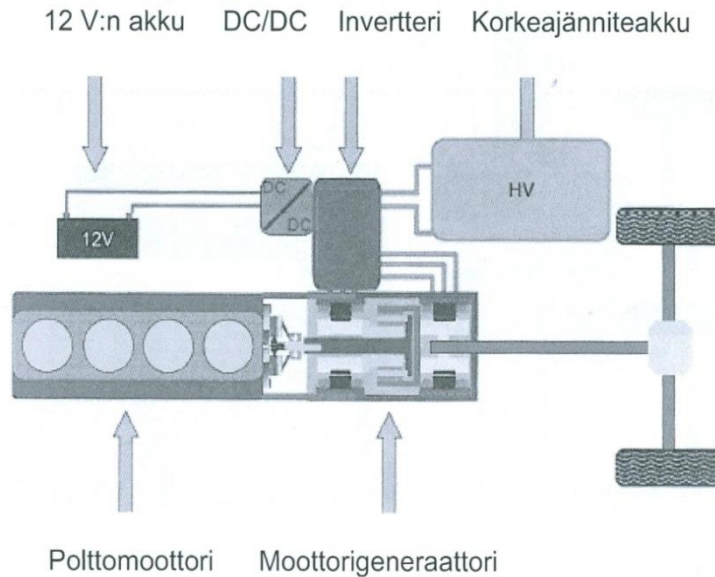


KUVA 2. Sarjahybridi Opel Ampera

2.3 Sekahybridi

Invertteri mahdollistaa korkeajänniteakun lataamisen ja käyttöjännitteen saamisen sähkömoottorille. 12V:n järjestelmän akkua ladataan myös korkeajännitejärjestelmästä, välissä on siten jännitemuunnin (DC/DC) (kuva 3). 12V:n järjestelmässä ovat esi-

merkiksi ajovalot ja pyyhkijät sekä myös käynnistin polttomoottorille. Sähkömoottori on sekahybridissä huomattavasti tehokkaampi kuin esimerkiksi rinnakkaishybridissä./1./



KUVA 3. Sekahybridin /1/

Ratkaisu on hyvin edistyksellinen ja on ollut käytössä kauan. Toyota Prius (kuva 4) on ainoa sekahybridiauto, ja se onkin ollut markkinoilla ensimmäisenä hybridinä. Tekniset ratkaisut ovat säilyneet läpi sen elinkaaren hyvin samankaltaisina. Mahdollisuus on pelkkään sähkömoottori- tai polttomoottorikäyttöön. Moottoreita käytetään tietysti myös yhdessä. Suuri ero käytössä esimerkiksi rinnakkaishybridiin verrattuna on, että tällä pystyy ajamaan pelkällä sähköllä melko pitkiä matkoja jopa maantienopeuksia. Polttomoottori on silloin kokonaan sammuksissa. Rinnakkaishybridin tavoin polttomoottorin kuormitusta myös vähennetään aina tarvittaessa sähkömoottorin avustuksella.

Ajossa sekahybridit tuntuvat poikkeukselliselta, silloin todella huomaa ajavansa tavallisesta poikkeavalla autolla. Käynnistettäessä auto polttomoottori ei käynnisty, vaan liikkeelle lähdetään äänettömästi pelkällä sähköllä. Tietyn ajan kuluessa polttomoottori tarvittaessa huomaamattomasti käynnistyy. Kokonaisuudessaan poltto- ja sähkömoottorin vuorottelu on saumatonta, ja kyyti miellyttävää. Priuksen polttomoottori, sähkömoottori ja generaattori ovat kaikki erillisiä. Planeettapyörästä huolehtii moottoreiden käytön ohjauksesta eri ajotilanteissa sekä latauksesta. Ratkaisun paras puoli on mahdollisuus ajaa pelkällä sähköllä pitkänkin matkaa, planeettapyörästä mahdollistaa

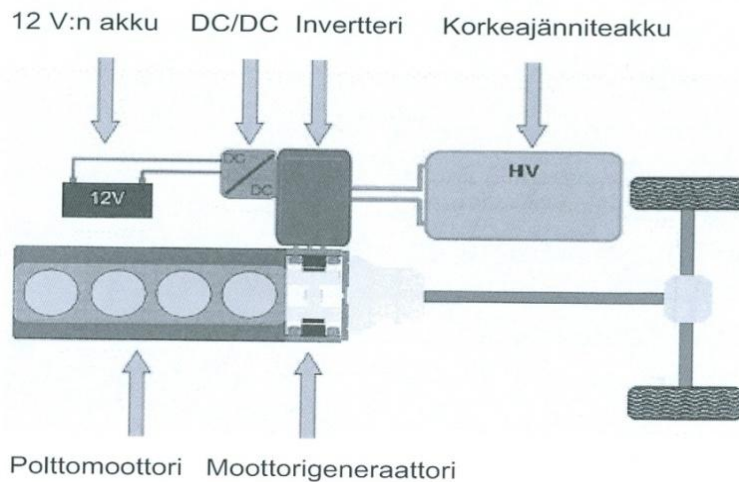
tämän. Polttomoottori ei pyöri silloin mukana lainkaan. Prius pistokehybridinäkin on jo tullut markkinoille.



KUVA 4. Sekahybridi Toyota Prius

2.4 Rinnakkaishybridi

Sähkö- ja bensiinimoottori ovat rinnakkain voimalinjassa (kuva 5). Tämä mahdollistaa hyvin molempien moottoreiden vääntömomentin hyödyntämisen samanaikaisesti. Invertteri mahdollistaa latauksen korkeajänniteakulle sekä käyttöjännitteen sähkömoottorille. 12V:n järjestelmää ladataan myös korkeajännitejärjestelmästä hybrideille tyypilliseen tapaan. Tässä ratkaisussa polttomoottorin pieni koko on mahdollinen, ja silloin sähkömoottorin avustuksesta on paljon hyötyä ja moottori yhdistelmän ympäristöystävällisyys on huipussaan. Täysin pelkällä sähköllä ajaminen ei ole mahdollista, sillä sähkömoottori pyörii koko ajan samaa nopeutta polttomoottorin kanssa. Polttomoottorin ollessa sammuksissa ei sähkömoottorikaan pyöri. Polttomoottori voi olla hiljaisissa nopeuksissa ns. lepuutustilassa./1./



KUVA 5. Rinnakkaishybridi /1/

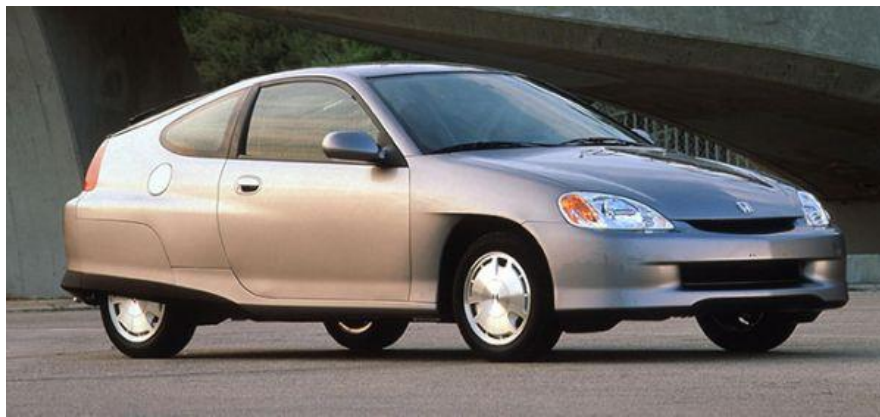
Hyviä puolia on ratkaisun keveys, eikä tilaakaan tarvita paljon. Lähes tärkeimpänä ainakin suosion kannalta on se, että ratkaisu on melko edullinen tuotantokustannuksiltaan, verrattuna esimerkiksi sarjahybridiin. Siten myös Hondien myyntihinta on edullisempi kuin muissa hybridautoissa. Rinnakkaishybridejä on Hondan lisäksi myös mm. Mercedes-Benz -mallistossa. Mercedes-Benz -mallistossa edullinen hybridiratkaisu ei tuo autojen hintoja alas. Hybridi Mercedes -mallit ovat lähinnä isoja edustusluokan autoja, joissa polttomoottoritkin ovat suurikokoisia.

Kaikki Hondan hybridit on toteutettu rinnakkaishybridiratkaisulla, ja ne luokitellaan kevythybrideiksi. Hondan mallit, joihin on nykyisin saatavana hybriditekniikkaa, ovat kaikki melko pienikokoisia autoja. Tilantarvettakin ajatellen tämä ratkaisu on paras. Hondan hybridien toteutus voi tulla muuttumaan, jos mallistoon tulee mahdollisesti myös isompia hybridimalleja. Honda Accord rinnakkaishybridinä on tietysti jo ollut, mutta se ei koskaan tullut kovinkaan tunnetuksi erityisesti Euroopassa. Tulevaisuus antaa kuitenkin odottaa muutakin.

3 HONDAN HYBRIDITEKNIikka

Honda on jo vuosia kehittänyt hybriditekniikkaa. Honda on maailman suurin moottorivalmistaja, ja uranuurtaja hybrideissä, yhdessä Toyotan kanssa. Honda on yksi tunnetuimpia autonvalmistajia hybridien osalta. Honda Insight-hybridauto on ollutkin automaailman tietoisuudessa jo pitkään, ja nimi on kulkenut Hondan hybridien mukana aina. Ensimmäisen sukupolven Insight (kuva 6) oli tuotannossa vuodesta 1999 eteenpäin, mutta konseptiautojen yhteydessä nimi on ollut käytössä pidempään. En-

simmäisen sukupolven Insight oli auto, jossa ajoa vastustavat voimat oli pyritty saamaan mahdollisemman vähäisiksi. Muotoilussa se näkyikin voimakkaasti. Autossa hyödynnettiin rinnakkaishybridiratkaisua, tekniikka on samankaltaista uudessakin Insightissa. Malli ei ollut Euroopassa kovinkaan tunnettu. Siitä ei ollut pienen kokonsa takia kuljettamaan suurta kuormaa ja montaa henkilöä, ja maantiellä se oli vähän tehoton. Kaupungissa se oli kuitenkin hyvin taloudellinen ja ketterä. Malli tuli kuitenkin tunnetuksi hyvin toimivana ja modernina hybridiautona, ja on jäänyt yhdeksi hybridi-autojen uranuurtajista. Nopeasti Insightin jälkeen, jo vuonna 2001 rinnalle tuli käytännöllisempi CivicHybrid.



KUVA 6. Ensimmäisen sukupolven Honda Insight

Nykyisin Hondan hybridimallisto on laaja, hybriditekniikkaa on nyt jo tarjolla neljään Honda malliin. Lähivuosina hybridimallisto tulee luultavasti vielä laajenemaan, ja hybriditekniikkaa varmasti tullaan näkemään myös isommissa Honda-malleissa. Honda Accord onkin ollut tarjolla jo myös hybridinä, mutta sen markkina-alue oli hyvin rajoittunut, malli ei siten tullut kovinkaan tunnetuksi. Mallisto on kuitenkin nyt jo kattava; Insight on ollut mallistossa jo pitkään, ja sen rinnalla on ollut Civic. CR-Z- sekä Jazz-hybridit ovat tuoreimmat tulokkaat. Kaikki hybridimallit käyttävät pitkälti yhtenevää tekniikkaa.

Hondan hybrideissä sähkömoottori on integroitu polttomoottorin vauhtipyörään, näin on säästetty tilaa, ja samalla myös moottorin apulaitteiden määrässä. Honda kutsuu hybriditekniikkaansa IMA:ksi (Integrated Motor Assist). Sähkömoottori on bensiinimoottorin tukena ylämäissä sekä kiihdytyksissä. Hiljaisissa nopeuksissa polttomoottori menee lepuutustilaan, mikäli korkeajänniteakun varaus on riittävän korkea, silloin kuljetaan käytännössä pelkällä sähköllä. Akkuja ladataan jarrutuksista ja moottorijar-

rutuksesta vapautuvan hukkaenergian avulla. Moottorijarrutuksissa sähkömoottori toimii generaattorina, silloin moottorijarrutus on melko voimakas, siten kaupunkiajossa käyttöjarrujen tarve vähenee. Lisäksi myös polttomoottorilla ladataan akkuja sen ollessa käynnissä. Sitä miten auto käyttää eri voimanlähteitään voidaan seurata ajotietokoneen näytöltä. Mittaristossa on myös pylväsmittari, josta voi seurata, miten paljon sähkömoottori on auttamassa tai vaihtoehtoisesti ladataanko akkuja.

Vauhtipyörässä oleva sähkömoottori on myös korvannut perinteiset polttomoottorin laturin ja käynnistinmoottorin. Käynnistettäessä ei kuulu lainkaan käynnistimen ääntä, kierrokset vain nousevat tyhjäkäynnille. Hybridimallit on aina varustettu myös start/stop -järjestelmällä, mikä toimiikin käynnistyksissä hienosti sähkömoottorin ansiosta.

Kaikki uudet hybridimallit on varustettu järjestelmällä, joka opastaa taloudelliseen ajamiseen. Niissä on myös vaihteenvaihto-opastin, joka näyttää ajotilanteeseen sopivimman vaihteen taloudellisuuden kannalta. Ajosuorituksen päätyttyä järjestelmä kertoo, kuinka taloudellisesti on ajettu. Jokaisessa hybridimallissa on myös vakiovarusteena erillinen taloudellisen ajon ohjelma, jonka voi kytkeä kojelaudan ”ECON” kytimestä päälle.

3.1 Honda hybridimallisto

Hondan mallistossa hybridit käyttävät yhtenevää tekniikkaa. Komponenttien sijoittelussa ja polttomoottoreissa on vain hyvin pieniä eroja mallien välillä, toiminta on samanlaista. Lähempään tarkasteluun otetaan uusi Honda Insight, sillä se on ollut mallistossa pisimpään. Se pystyy myös ilmoitettujen arvojen perusteella matalimpiin kulutuslukemiin ja pienimpiin päästöihin.

3.1.1 Honda Civic

Honda esitteli vuonna 2003 porrasperäiseen Civicin pohjautuvan hybridimallin Civic IMA. Siitä mallista nykyiseen auton voimalinja on säilynyt hyvin samankaltaisena. 2005 Civic uudistui täysin, hybriditekniikkaa oli hieman päivitetty ja autosta tuli virtaviihaisemmän näköinen. Edelleenkin hybridi oli mahdollinen vain porrasperäisen

Civicin yhteydessä (kuva 6). Tulevaisuudessa varmasti nähdään myös muuta, ja hybridit tulisivat myös viistoperäiseen Civicin.

Suomessa Civic-hybridin myynti alkoi 2006. Markkinoilla menestyminen on ollut mallille hankalaa. Hybriditekniikkaa upotettaessa jo olemassa olevaan malliin, nousee hybridin hinta muuhun kyseisen auton mallistoon verrattuna melko korkeaksi. Siten vain poikkeava tekniikka ei saa autoa riittävän kiinnostavaksi ostaa huomattavasti korkeammalla hinnalla. Asiakkaat päätyivät mieluummin halvempiin Civic-malleihin, ilman hybriditekniikkaa. Edes vuoden 2008 päästöihin pohjautuvan autoverouudistuksen tuoma reilu hinnan pudotus ei merkittävästi nostanut Suomessa silloin uuden Civic Hybridin myyntiä. Myynti on ollutkin vain muutamia kymmeniä autoja. Kaikesta huolimatta mallia tuotiin Suomeen useita vuosia. Suomi on kuitenkin vain hyvin pieni markkina-alue, muualla CivicHybrid on menestynyt ainakin kohtalaisesti. /2./



KUVA 7. Honda CivicHybrid

Moottori: 1,3 SOHC-VTEC, 70kW (6000 r/min), 123Nm (4600r/min)

Sähkömoottori: Kestomagnetoitu synkronimoottori IMA, 15kW/103Nm

Yhteisteho: n.85kW

Vaihteisto: Portaaton CVT

Keskimääräinen polttoaineen kulutus: 4,6 l/100km

Hiilidioksidipäästöt: 109 g/km

3.1.2 Honda CR-Z

CR-Z (kuva 8) hybridimalli tuli myyntiin 2010, konseptiauto oli esillä jo 2007. Se on malli jonka on tarkoitus muistuttaa Hondan vanhaa CRX mallia. CR-Z on urheilullisen näköinen ja käytännössä kaksipaikkainen auto. Auto on kyllä neljälle rekisteröity,

mutta takapenkistä ei ole kuin tilapäiskäyttöön tai lapsille. CR-Z-mallin myynti Suomessa on ollut vain muutamia kymmeniä autoja sen ollessa markkinoilla.

CR-Z on ensimmäinen 6-portaisella manuaalivaihteistolla varustettu hybridauto. Polttomoottori on vähän tehokkaampi kuin Insightin. Siinä on siten myös mukavasti lisää suorituskykyä verrattuna malliston muihin hybrideihin.

Auton erikoisuuksiin kuuluu myös mahdollisuus valita kolmesta eri ajo-ohjelmasta mieluinen. Ohjelmat muuttavat auton asetuksia taloudellisesta urheilulliseen. Auto on kesäisellä mutkatiellä mukava ja urheilullinen ajettava, lisäksi se pärjää hyvin myös talvella. Auton kulutus on myös suhteessa suorituskykyyn vähintäänkin kiitettävällä tasolla.



KUVA 8. Honda CR-Z Hybrid

Moottori: 1,5 SOHC-VTEC, 83kW (6000 r/min), 145Nm (4800r/min)

Sähkömoottori: Kestomagnetoitu synkronimoottoriIMA, 10kW/79Nm
Yhteisteho: n.93kW

Vaihteisto: Portaaton CVT/6-portainen manuaalivaihteisto

Keskimääräinen polttoaineen kulutus: 5,0 l/100km
Hiilidioksidipäästöt: 117g/km

3.1.3 Honda Jazz

Tuorein hybridimalli on Jazz, ja siinäkin on samaa tekniikkaa kuin muussa mallistossa, voimalinja on suoraan Insightista. Honda Jazz (kuva 9) on ollut markkinoilla jo kauan, mutta hybriditekniikka sen yhteydessä on vielä melko uutta. Honda Jazz on Hondan hybridimalliston myydyin auto Suomessa.

Jazz on ensimmäinen sarjavalmistettu pikkuauto hybriditekniikalla. Siten se on oman luokkansa kilpailijoita taloudellisempi, mutta myös hybridiversiona vähän kalliimpi. Hybridin tunnistaa muista Jazz-malleista; takavaloista, etumaskista ja esimerkiksi mahdollisesta lime-väristä.

Ajo-ominaisuuksiltaan Jazz Hybrid on kaupungissa ketterä, kevyt ja helppo ajettava. Maantielläkin se on mukava hyvin vääntävän moottorinsa kanssa. Tässä mallissa sähkömoottorin tuoma apu tuntuu selvästi, ja hybriditekniikalla varustettu Jazz liikkuukin varsin pirteästi.



KUVA 9. Honda Jazz Hybrid

Moottori: 1,3 SOHC-VTEC, 65kW (5800r/min), 121Nm (4500 (r/min)

Sähkömoottori: Kestomagnetoitu synkronimoottori IMA, 10kW (1500r/min), 79Nm (1000r/min)

Yhteisteho: n.75kW

Vaihteisto: Portaaton CVT

Keskimääräinen polttoaineen kulutus: 4,5 l/100km

Hiilidioksidipäästöt: 104g/km

3.2 Honda Insight

Ensimmäisen sukupolven Insight oli tuotannossa 1999-2006, ja nyt on tuotannossa toisen sukupolven Insight (kuva 10). Malli on toiseen sukupolveensa kasvanut ensimmäisen sukupolven kaksipaikkaisesta coupesta varsin monikäyttöiseksi perheautoksi. Toisen sukupolven Insight tuli myyntiin 2009.

Autossa on pyritty minimoimaan ajoa vastustavat voimat pienellä ilmanvastuskertoimella, mikä näkyy sen pyöreässä muotoilussa ensimmäisen sukupolven Insightin tapaan. Autossa on lisäksi matalalla vierinvastuksella varustetut renkaat. Siinä on myös taloudellisen ajon ajo-ohjelma ja useita järjestelmiä, jotka tekevät siitä ympäristöystävällisen.

Nykyinen Insight on ollut tuotannossa nyt jo useamman vuoden, ja se on hybridiautomarkkinoilla pärjännyt hyvin, Japanissa jopa erinomaisesti. Suomessa hybridiautojen myynti on vähäistä. Suomen hybridimarkkinoilla Insight on pärjännyt kohtuullisesti. Vuodesta 2011 vuoteen 2012 myynti kuitenkin putosi yli 50%, johon saattoi vaikuttaa käytännöllisen ja halvemman Jazz-mallin tulo Honda-hybridimallistoon. Ajettavuudeltaan Insight on hyvä perheauto. Helppo ja kevyt ajettavuus tekevät siitä miellyttävän myös kaupungissa. Maantielläkin se on hyvä, suuntavakaa ja melko hiljainen. Yksi auton parhaista puolista on se, että sillä on helppo saavuttaa jopa kiitettävän alhaisia kulutuslukemia. /8./



KUVA 10. Honda Insight

Moottori: 1,3 SOHC-VTEC, 65kW (5800r/min), 121Nm (4500r/min)
Sähkömoottori: Kestomagnetoitu synkronimoottori IMA, 10kW/79Nm
Yhteisteho: n.75kW (5800r/min), suurin vääntömomentti 167Nm (1000r/min)

Vaihteisto: Portaaton CVT

Keskimääräinen polttoaineen kulutus: 4,4 l/100km
Hiilidioksidipäästöt: 105g/km

3.2.1 Polttomoottori

Insight on aina varustettu 1,3 litran nelisylinterisellä bensiinimoottorilla. Hybridiautojen moottorien yhteistehoja on kyseenalaista laskea suoraan yhteen, koska moottorien huippuarvot tulevat esiin täysin eri kierrosalueilla. Insightin moottoritilasta (kuva 11) on hankala, oikeastaan mahdoton päätellä auton olevan hybridi. Kuvassa 11 akun takana näkyy hieman oranssia korkeajännitejohtoa, sitä kautta tulee lataus 12V:n akulle korkeajännitejärjestelmästä. Akun miinusnavan päällä oleva melko kookas punainen osa on akun varauksen tunnistin, jonka avulla tiedetään, onko 12V:n akulla latauksen tarvetta, ja kuinka paljon. Moottori on asennettu poikittain konepellin alle, ja auto on etuvetoinen kaikkien Honda-hybridimallien tapaan.



KUVA 11. Honda Insight-konehuone

Insightin moottorista on pyritty tekemään kevyt ja kompakti kokonaisuus. Nykysuuntauksen mukaan sylinteriryhmä ja sylinterinkansi ovat alumiinia. Tosin sylintereihin on valettu valurautaiset sylinteriputket. Mäntien helmoissa on lisäksi kitkaa vähentävä pinnoite. Tukevuutta alumiiniselle moottorille on haettu syvällä öljypohjalla sekä yhtenäisellä runkolaakeripukilla. Syvä öljypohja vähentää moottorin värähtelyä. Runkolaakeripukki jäykistää moottorin rakennetta ja vähentää siten osaltaan myös sen värähtelyä. Lisäksi rakenne edesauttaa myös runkolaakereiden kestävyyttä. /3./

Moottori on varustettu elektronisella polttoaineen monipistesuihkutuksella, polttoaine syötetään perinteisesti imukanavaan. Insightin moottori ei hyödynnä hybridiautoissa usein käytössä olevaa Atkinson-sykliä, jolla saataisiin moottorin hyötysuhdetta hie-
man parannettua. Atkinson-syklissä imuventtiili on normaalia pidempään auki, ja siten

palokaasut tekevät työtahdin lopussa työtä mäntään pidempään. Kääntöpuolena syklissä on että moottorin huipputeho sekä maksimi vääntömomentti heikkenevät hieman.

Insightin moottorissa on suorasytytysjärjestelmä, mutta tavanomaisista ratkaisuista poiketen, sytytystulppia on moottorissa kaksi jokaista sylinteriä kohden. Ratkaisulla haetaan täydellisempää ja puhtaampaa polttoaineen palamista. Nokka-akseleita on moottorissa yksi ja venttiilit on siten sijoitettu kahteen riviin. Venttiileitä on sylinteriä kohden kaksi eli moottori on 8-venttiilinen. Sylinterinkanteen sijoitettu nokka-akseli on ketjukäyttöinen, mikä vie yhden merkittävän huoltokohteen pois. /2./

Pakosarja on integroitu sylinterinkanteen. Pakokanavat yhdistyvät kannen sisällä, ja kannesta tulee ulos vain yksi yhtenäinen pakoaukko. Tämäkin ratkaisu vähentää moottorin tilantarvetta ja myös keventää sitä. Heti pakosarjan jälkeen on sijoitettu katalysaattori. Sijoituspaikalla on pyritty hakemaan nopeaa katalysaattorin lämmönnousua, ja siten vähäisiä päästöjä heti kylmäkäynnistysten jälkeen. Heti kylmäkäynnistysten jälkeen päästöt ovat tavallisessa autossa korkeimmillaan. Lähelle moottoria sijoitettu esikatalysaattori on jo melko yleinen ratkaisu, koska sijoituspaikasta on paljon hyötyä. Lisäksi ratkaisulla saadaan yhdessä pakokaasujen takaisinkierätyksen kanssa pienennettyä haitallisia typen oksidipäästöjä. /3./

Sama moottori on ollut Hondan mallistossa jo pidempään, nykyinen moottori kykenee kuitenkin kehityksen myötä parempiin suoritusarvoihin. Imusarjaa on kehitetty paremmin virtaavaksi ja myös i-VTEC on edelleen kehitetty versio vanhemmasta. I-VTEC tarkoittaa Hondan moottoreissa muuttuvaa imuventtiilien ajoitusta ja nostoa. Ominaisuudella mahdollistetaan parempi suorituskyky ja taloudellisuus, polttoaineen palamista optimoidaan eri kierrosalueille. /2./

Tämä moottori on varustettu hieman harvinaisemmalla polttomoottorin lepuutustoiminnoilla. Moottorijarrutuksissa ja hitaissa nopeuksissa keinuvivut ns. deaktivoituvat, ja venttiilit pysyvät kiinni pumppaushäviöiden minimoimiseksi. Venttiilien kiinni pysyminen hyödyttää myös siten, että pakoputkeen ei pumpata pelkkää ilmaa. Katalysaattorin toiminta ei silloin häiriinny. Jos pakoputkeen pumpattaisiin pelkkää ilmaa, nousisi katalysaattorin happipitoisuus, ja sen lämpötila laskisi. Lämpötilan laskiessa katalysaattorin toiminta häiriintyisi ja pakokaasujen puhdistusteho heikkenisi. Polttomoottori on myös venttiilien kiinni ollessa käynnissä, polttoaineen syöttö vain kat-

kaistaan. Mahdollisuuksien mukaan polttomoottori ”lepää”, ja näin saadaan huomattavia säästöjä kulutuksessa. Silloin liikutaan käytännössä pelkän sähkömoottorin voimin, ja auton sisällä melutaso laskee hyvin alhaiseksi. Samankaltaisella periaatteella on toteutettu muilla merkeillä olevia sylinterien lepuutustoimintoja. Osassa niistä lepuutetaan vain osaa sylintereistä, Hondan tapauksessa lepuutustilassa on koko moottori. /2./

3.2.2 Vaihteisto

Vaihteistona Insight käyttää aina portaatonta CVT-automaattivaihteistoa. Tämä vaihteisto mahdollistaa pienen kulutuksen ja pienet päästöt monipuolisuudellaan, siten se sopii mainiosti hybridautoon. Vaihteisto toimii variaattorin tavoin, siinä ei siis ole automaattivaihteistoista perinteisesti löytyvää hydraulista momentinmuunninta. CVT:ssä on kartiomaisten ensiö- ja toisiohinaipyörien välissä pyörivä metallinen kiilahihna, kuten variaattorissa kiilahihna. Nopeuden kasvaessa hihnapyörät lähenevät toisiaan, hihna kulkee silloin pidemmän matkan, ja auto kulkee kovempaa. Kiinteät vaihteet on tehty sovittamalla sopivat seitsemän eri välitystä vaihteistoon. Kuljettajan toiveesta tai vaihteiston ohjainlaitteen käskystä vaihteiston hihnapyörät muuttavat asentoaan välityksestä toiseen. /4, s. 665./

Vaihteistossa on mahdollisuus ajaa myös seitsemällä esivalitulla välityksellä niin, että vaihteisto automaattisesti vaihtaa välitystä. Silloin vaihteisto on S-asennossa ja käyttää enemmän kierroksia. Moottorista saadaan siten kaikki teho käyttöön. Esimerkiksi ohi-tustilanteissa S-asento on käytännöllinen vaihtoehto. Kuljettaja tietysti voi vaihtaa välitystä myös itse ratin takaa kytkimistä. Vaihtoehtona on myös täysin portaaton vaihteiston toiminta, silloin välityksen vaihtumista ei juuri huomaa. Portaattomalla vaihto-ohjelmalla päästään pienimpiin kulutuslukemiin. /2./

3.2.3 Sähköjärjestelmä

Sähkömoottori on polttomoottorin ja vaihteiston välissä vauhtipyörässä, se ei juuri pidennä moottori-vaihteisto -pakettia. Sähkömoottori korvaa autossa perinteisen laturin ja myös perinteisen käynnistimen, tosin kylmäkäynnistyksiä varten autossa on myös perinteinen käynnistin. Moottorin ollessa käyttölämmen ja ulkolämpötilan ollessa riittävä käynnistimenä toimii vain sähkömoottori. Start/stop-automaatiikka toimii

sähkömoottorin avulla. Kylmällä ilmalla tai moottorin ollessa alle käyttölämpötilansa start/stop ei ole lainkaan käytössä. /2./

Sähkömoottorina on kestopagneettimoottorilla varustettu kolmivaiheahkone, joka toimii nimellisjännitteellä 100,8V. Sähkömoottori liikuttaa polttomoottorin apuna itse autoa, ja toimii myös generaattorina. Tehoa se tuottaa 10Kw (1500r/min) ja sen max. vääntömomentti on varsin korkea 78Nm (1000r/min). Taajuusmuuttaja muuttaa korkeajännitteiseltä akulta tulevan 100,8V:n tasasähkön sähkömoottorin tarvitsemaksi kolmivaiheiseksi vaihtosähköksi (DC/AC). Ladattaessa akkuja, esimerkiksi moottorijarrutuksessa, muutos tapahtuu päinvastoin. Generaattorilta akulle tuleva kolmivaihesähkö pitää ensin tasasuunnata, ja sitten akku latautuu. /3./

Hybridijärjestelmän akku on kooltaan suuri, ja se on sijoitettu tavaratilan alle (kuva 12). Suuresta koostaan huolimatta koko akkupaketti on hyvin kevyt, vain 38 kiloa. Samassa paketissa akun kanssa, tavaratilan verhouksen alla, on myös jännite- ja taajuusmuuttajat. /3./



KUVA 12. Korkeajänniteakku

Korkeajännitejärjestelmän akku on suljettu NiMH-akku (nikkelimetallihybridi). Tulevaisuudessa hybridautoissa mahdollisesti nähdään enemmänkin litiumioniakkuja, ne ovat kestoaltaan parempia. Nykyisin niiden pienimuotoiseksi ongelmaksi hybridauto käyttöä ajatellen on muodostunut ylikuumeneminen. Akku tarvitsisi ehdottomasti oman valvonta järjestelmän lämpötilan muutosten takia. Lisäksi litiumioniakun tuuletaminen ja tuuletuksen toteuttaminen vaatii enemmän huomiota. Litiumioniakkuja on kuitenkin jo käytössä hybridautoissa, mutta ne vaativat autonvalmistajalta hieman enemmän kompromisseja. Lämpötilaa täytyy tarkkailla tietysti myös nykyisten käy-

tössä olevien nikkelimetallihybridi-akkujen tapauksessa, ja myös riittävästä tuuleutuksesta huolehtiminen on hyvin tärkeää.

Käytössä oleville NiMH-akuille luvataan elektroniikkakäytössä kestoksi tyypillisesti n.1000 purku-lataus -kertaa. Hybridiautossa käyttö kuitenkin poikkeaa normaalista akun käytöstä huomattavasti. Akkua ei normaalikäytössä ajeta milloinkaan tyhjäksi, eikä sitä ladata pitkiä aikoja sen ollessa täynnä. Akun poikkeava käyttö edesauttaa myös sen kestävyyttä akun ikääntyessä. Akussa on kaikkiaan 84 kpl 1,2V:n kennoa, käsittäen 7 kpl 14,4V:n moduulia. Nimellisjännite on 100,8V, kapasiteetti 5,75Ah. Korkeajänniteakun kierrätettävyyssprosentti on hyvin korkea. Korkeajännitteisellä akulla pitää olla myös jäähdytyspuhallin, se on 12V-järjestelmässä. Tuulettamiseen tarvittavan ilman puhallin saa matkustamosta. Takapenkkien selkänojiin sivuilla on ritilät (kuva 13), joista ilma kulkee korkeajänniteakulle, ritiloita ei missään nimessä saa peittää. /2; 3./



KUVA 13. Korkeajänniteakun tuuletus

12V-järjestelmässä on 35Ah:n lyijyaku, joka sijaitsee perinteisesti moottoritilassa. Perinteinen akku on pienikokoinen, kuten kuvasta11 huomaa, siten se ei vie paljon tilaa konehuoneesta. Insight käyttää siis kahta eri sähköjärjestelmää. Järjestelmässä on myös jännitemuunnin 100,8V tasasähkö/12V tasasähkö (DC/DC), tarkoitus on ladata 12V-järjestelmän akkua. Kaikki lataus 12V-järjestelmään tulee korkeajännitejärjestelmän kautta. Lisäksi 12V-järjestelmä käyttää erillistä perinteistä käynnistintä kylmäkäynnistyksiä varten. 12V -järjestelmässä on myös esimerkiksi ajovalot ja tuulilasinpyyhkimet.

3.2.4 Toiminta ajotilanteissa

Honda Insight on rinnakkaishybridi, sähkömoottorin tehtävä on avustaa polttomoottoria. Akkujen latauksesta auto huolehtii itse, käyttäjän ei tarvitse kiinnittää siihen itse huomiota. Kuljettaja pystyy mittaristosta sekä monitoiminäytön kautta seuraamaan hybridijärjestelmän toimintaa. Kuljettajalle välitetään tietoa siitä, miten moottoreita kulloinkin käytetään auton liikuttamiseen, tietoa pystyy selaamaan auton monitoiminäytön kautta. Lisäksi näkyvillä on kokoajan mittari, joka näyttää, avustaako sähkömoottori polttomoottoria vai lataako se akkuja, ja kuinka paljon, mittari on kuvissa vasemmanpuoleinen. Esimerkiksi jarrutettaessa lataus nousee maksimiin ja täyskiihdytyksessä avustus nousee maksimiin. Seuraavana on esimerkkejä mittariston näkymästä ja auton toiminnasta muutamissa ajotilanteissa. Nopeusmittarin näyttö on kojelaudassa ylempänä, ratin kehän yläpuolella. Nopeusmittari jää siten kuvien ulkopuolelle.

Kaupunkiajossa sähkömoottori avustaa polttomoottoria paljon, lisäksi akkuja generoidaan runsaasti. Auto lähtee liikkeelle aina molempien moottoreiden voimin. Sähkömoottorin avustuksen määrä riippuu siitä, kuinka paljon kuljettaja painaa kaasua. Täyskiihdytyksessä sähkömoottorin avustus nousee maksimiin. Jarrutuksissa akkuja ladataan, latauksen voimakkuus riippuu siitä, kuinka voimakkaasti kuljettaja jarruttaa. Voimakkaassa jarrutuksessa lataus nousee maksimiin. Kaupunkiajossa hybriditekniikka toimii hyvin aktiivisesti, ja sen hyöty on suurimmillaan. Kuvassa on mittariston näkymä täyskiihdytyksessä (kuva 14).



KUVA 14. Täyskiihdytys

Kuvassa 14 kierrosmittarin keskellä näkyy, että auto käyttää molempia moottoreitaan, vasemmalla oleva mittari näyttää, että sähkömoottori auttaa täydellä tehollaan. Vasemmalla ylhäällä oleva valo kertoo ECON taloudellisen ajo-ohjelman olevan päällä. CVT vaihteiston tapauksessa täyskiihdytyksessä kierrokset nousevat lähelle maksimia, samaan tapaan kuten ajettaessa variaattorivetoisella laitteella, kuten moottorikelkalla. Kierrokset pysyvät ylhäällä koko kiihdytyksen ajan.

Rauhallisesti ajettaessa ja auton ollessa käyttölämmin polttomoottori menee lepuutus-tilaan. Silloin kuljetaan käytännössä pelkällä sähköllä. Kuvassa on mittariston näkymä polttomoottorin ollessa lepuutustilassa (kuva 15).



KUVA 15. Lepuutustila

Näytössä näkyy, että käytössä on vain sähkömoottori, polttomoottori on lepuutustilassa. Tila on mahdollinen vain, kun ulkolämpötila ja korkeajänniteakun varaustaso ovat riittäviä. Lisäksi lepuutustila on mahdollinen vain taajamanopeuksissa. Kuvassa korkeajänniteakku on täynnä, jäljellä olevan varauksen määrän näkee näytöltä, pinta akun sisällä näytössä laskee. Lepuutustilaa käytetään, kun auto rullaa kevyesti esimerkiksi loivaan alamäkeen tai tasaisella. Heti kun kaasua painetaan enemmän, tila lähtee pois päältä. Polttomoottori on tilassa kuitenkin käynnissä, mutta polttoainetta se ei vie. Polttomoottorin kierrokset ovat lepuutustilassa vain hyvin alhaiset. Koska sähkömoottori on polttomoottorin vauhtipyörässä, on sähkömoottorin avustuskin kuitenkin melko pientä. Polttomoottorilla kierroksia ei ole paljon, ja sähkömoottori pyörii sen kanssa aina samaa nopeutta. Parhaimmillaan tila päällä voi ajaa muutamankin kilometrin. Sähkömoottoria vähänkin käytettäessä korkeajänniteakun varaus laskee nopeasti ja

generoinnille alkaa olla tarvetta, siten lepuutustila ei ole järkevää pitkään käytössä. Korkeajänniteakku tyhjenee, mutta myös täyttyy nopeasti. Normaalissa ajossa korkeajänniteakku ei pääse missään tilanteessa täysin tyhjenemään, mutta täyteen se tulee melko usein. Lepuutustilassa auton sisätilat ovat hyvin äänettömät. Polttomoottorin tullessa taas käyttöön tuntuu auton sisällä pieni mutta ei häiritsevä nykäys. ECON-tilassa auto käyttää lepuutustilaa useammin. Kuvassa 15ECON ajo-ohjelma ei ole käytössä, lepuutustilaa käytetään myös silloin mutta harvemmin.

Maantieajossa hybriditekniikka ei toimi yhtä aktiivisesti kuin kaupungissa. Sähkömoottori avustaa polttomoottoria lähinnä ylämäissä, mutta myös esimerkiksi ohitustilanteissa. Sähkömoottorin avustus ylämäissä on kuitenkin hyvin hyödyllistä. Polttomoottorin kuormitusta voidaan vähentää huomattavasti, etenkin jos autossa on runsaasti kuormaa. Generointi on maantieajossa vähäisempää, se tapahtuu niin jarrutuksien, mutta lähinnä moottorijarrutuksen aikana esimerkiksi ajettaessa alamäkeen vakionopeudensäädin päällä. Kuvassa ajetaan jyrkkään ylämäkeen vakionopeutta (kuva 16).



KUVA 16. Jyrkkä ylämäki vakionopeus

Kuvassa ajetaan maantiellä hyvin jyrkkään ylämäkeen vakionopeutta, molempia moottoreita hyödynnetään auton liikuttamiseen. Sähkömoottori alkaa heti avustaa, kun ylämäki alkaa tai polttomoottori joutuu kovemman kuormituksen alaiseksi, myös ladataessa järjestelmä toimii yhtä aktiivisesti, näin saavutetaan kaikki hyöty hybriditekniikasta. Sähkömoottorin avustuksesta kertova mittari nousee kuvan 16. ajotilanteessa noin puoleen väliin, vieläkin jyrkemässä ylämäessä tai isommalla kuormalla avustus

nousisi maksimiin. CVT-vaihteisto vaihtaa välitystä jyrkässä ylämäessä pienemmälle, jotta eteneminen on jouhevampaa.

Tasaisella maantiellä, ja muutenkin maantiellä ajettaessa liikutaan lähinnä vain polttomoottorin voimin. Sähkömoottorin avustus ei olisi tässä tilanteessa erityisen hyödyllistä ja akun varaus laskisi nopeasti. Myöskään riittävä lataus ei olisi mahdollista, jos sähkömoottori avustaisi jatkuvasti ajettaessa pitkiä matkoja tasaista maantietä. Kuvassa on mittariston näkymä ajotilanteessa, jossa ajetaan tasaisella maantiellä vakionopeutta (kuva 17).



KUVA 17. Tasainen maantie vakionopeus

Tasaisilla maantieosuuksilla kuljetaan polttomoottorin voimin. Näytöltä huomaa, että sähkömoottori ei ole käynnissä, ja myös vasemman puoleinen mittari kertoo, että sähkömoottoria ei toistaiseksi käytetä. Auto kulkee aina kuitenkin mukavan tasaisesti maantiellä, muutoksia hybridijärjestelmän toiminnassa ei juuri huomaa muuta kuin mittaristosta.

4 HYBRIDIAUTON OMISTAMINEN

Hybridiauton hankinnassa ostajalle ovat usein tärkeitä kriteereitä taloudellisuus sekä ympäristöystävällisyys. Käytön kannalta hybridiautot ovat lähes kuten normaalit bensiini-/dieselautot, erilainen tekniikka ei vaadi käyttäjältä juurikaan huomiota. Hybridit ovat jo nyt yhdenlainen vaihtoehto diesel- ja bensiinikäyttöisten autojen rinnalla. Tavoitteena hybrideissä on ollut että saadaan aikaiseksi ympäristöystävällinen ja taloudellinen auto, mistään muusta ominaisuudesta tinkimättä.

Kuitenkin poikkeava tekniikka pakottaa autonvalmistajat tekemään joitakin kompromisseja auton suunnittelussa. Osa ratkaisuista vaikuttaa myös auton käyttöön. Käytön kannalta tulevaisuudessa hybridit varmasti tulevat myös muuttumaan, ja esimerkiksi jo nyt käytössä olevat pistokehybridit yleistyvät. Tämä ei kuitenkaan Hondan tapauksessa ole käytössä, ainakaan vielä.

Hybriditekniikan hyödyt käyttäjälle näkyvät esimerkiksi alhaisempana autoverona Suomessa, johtuen alhaisista hiilidioksidipäästöistä. Maailmalla on jo käytössä hybridi/sähköautoilla ajaville mukava etu, ne saavat pysäköidä ilmaiseksi. Samankaltaiset edut tulevat todennäköisesti yleistymään.

4.1 Autojen hinnat

Hybridiautojen hinnat riippuvat paljon siitä, miten hybriditekniikka on autossa toteutettu. Kuitenkin aina hybridiauton tapauksessa perinteisestä autosta poikkeava tekniikka nostaa hieman auton hintaa. Hybridiautot ovat oman kokoluokkansa perinteisiä autoja hieman kalliimpia. Lisäksi jos auton mallistossa on perinteistä tekniikkaa käyttävien mallien ohessa hybridiversio, voi hinta nousta muuhun mallistoon verrattuna monien mielestä ehkä turhankin korkeaksi. Näin kävi esimerkiksi Suomessa melko laimeasti myyneelle Civic Hybridille.

Listauksessa on muutamien tyypillisimpien hybridiautojen alkaen hintoja. Rinnakkaishybridi Honda Insight on halvin ja sarjahybridi Opel Ampera kallein, ero hinnoissa on suuri. Tosin akkujen energiasisältö on Amperassa suurin ja Insightissa pienin. Kalleimmalla autolla voidaan kulkea pelkällä sähköllä pisin matka, ja halvimmallä lyhyin. Prius on ollut Insightin kanssa hybridimarkkinoilla jo pitkään, Opel Ampera on vielä hyvin tuore tulokas. Amperalla on myös sisarmalli Chevrolet Volt, joka on hie-
man halvempi. Ulkonäöltään autot ovat lähes identtiset.

Honda Insight, hinnat alkaen: 26 101,20 €

Toyota Prius, hinnat alkaen: 34 935,48 €

Toyota Prius PHEV, hinnat alkaen: 40 307,17 €

Opel Ampera, hinnat alkaen: 51 324,26 €

Toyota Prius PHEV ja Opel Ampera ovat pistokehybridejä. Prius on saatavana myös halvempaan versiona ilman pistoketta. Muitakin eroja pistokkeen lisäksi näiden mallien välillä on, mikä selittää suuren eron hinnassa. Kalliimmalla Priuksen versiolla pysyy ajamaan sähköllä pidemmän matkan johtuen lähinnä poikkeavasta akusta. PHEV pitää sisällään litiumioniakun, kun taas normaalissa Priuksessa on tyypillisempi nikkelimetallihybridiakku.

Varmasti suurin vaikuttava tekijä näiden autojen hintoihin on hybriditekniikan toteutus. Autot ovat melko samankokoisia ja ulkonäöltäänkin toistensa kaltaisia. Ostajakunta näille autoille todennäköisesti koostuu ainakin jossain määrin samankaltaisista asiakkaista, vaikka Opel hintansa puolesta on jo eri sarjassa.

Käytettynä hybridiautoja on tarjolla jo kohtuullisesti hybridien rekisteröintitilastoihin nähden. Käytettyjen markkinoilta vähän käytetyn hybridiauton voikin löytää sopuhintaan. Toyota Priusta löytyy hybridiautoista luonnollisesti käytettynä eniten, johtuen siitä että se on ollut tuotannossa pisimpään ja sitä on myyty Suomessa eniten. Priuksessa näkyy myös se, että paljon ajavat autoilijat ovat päätyneet hybridivaihtoehtoon, myynnissä on varsin paljon ajettuja vielä melko nuoria autoja. Osin myös Priuksen luotettavuudesta varmasti kertovat hyvinkin suuret ajomäärät. Hondan hybrideitä ei ole käytettynä hirveästi tarjolla, koko mallistoa vain muutamia kymmeniä autoja. Kuitenkin vaihtuvuus on melko tiheää, tarjolla olevissa vielä melko vähän ajetuissa Hondan hybridi vaihtoautoissa. Hybridiautosta kiinnostuneelle ostajalle on yleisesti varmasti hyvä vaihtoehto ostaa muutaman vuoden ikäinen n.70 000 ajettu vaihtoauto, useampi tuhat euroa uutta vastaavaa autoa halvemmalla.

4.1.1 Myyntitilastot Suomessa

Hybridikäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröintitilastot vuosilta 2011-2012 ovat liite 3. Tilastoissa on myös ladattavat pistokehybridit, ne ovat tilastoissa korostettu sinisellä värillä. Niiden osuus on hybridien keskuudessa vielä pieni, mutta ne yleistyvät. Eniten rekisteröity pistokehybridi on Toyota Prius PHEV. Prius pärjää muutenkin Suomen hybridiautomarkkinoilla hyvin. Kaikkien kolmen eri versionsa turvin se on kaikista myydyin hybridi. Prius on saatavana perinteisenä versionaan ilman pistoketta tai sen kanssa, mutta lisäksi on olemassa korimalliltaan isompi Prius+. Prius+ todella tuo hybridiautona uuden vaihtoehdon myös isompien perheautojen luokkaan. /7./

Toyota on hybridiautojen uranuurtajana ylivoimainen markkinajohtaja Suomessa. Toyotan suosituin hybridimalli on Suomessa Auris HSD, joka on vuosina 2011 ja 2012 ollut Suomen myydyin hybridiauto. Auris on hybridiversio autoluokkaan jota Suomalaiset ostavat todella paljon. Suomalaisten menneiden vuosien suosikki auton Toyota Corollan viistoperä version muutama vuosi sitten korvannut Auris sijoittuu hyvin suosituksen Volkswagen Golfin kanssa samaan kokoluokkaan. /7./

Honda on tilastoissa toiseksi suosituimpana merkinä ja suosituin malli on Jazz Hybrid. Honda Insight on pudonnut vuodesta 2011 vuoteen 2012 yli 50% rekisteröinneissä. Kolmanneksi suosituin merkki hybridien keskuudessa Suomessa on hieman yllättävästi Lexus, jonka kompaktin kokoista uutta CT-mallia on myyty Suomen hybridimarkkinoilla kohtuullisesti. Lexus on siirtynyt kyseisellä mallilla kilpailemaan myös astetta pienempien autojen markkinoille, se on varmasti kannattanut laajemminkin kuin pienellä markkina-alueella Suomessa. Lexus myyntiä hybriditilastoissa nostaa osaltaan myös se, että useissa valmistajan autoissa on hybriditekniikkaa. Lähtökohtaisesti Lexuksen hybridimallistoon on varmasti vaikuttanut Toyotan hybridiosaaminen. /7./

Luksus hybridiautot, kuten Porschen mallit, BMW X6 ja Audi A8, ovat lähinnä vain yksittäisiä Suomeen rekisteröityjä autoja. Muutamia poimintoja tilastoista voivat olla Uudenkaupungin autotehtaalla valmistettava Fisker Karma, mallia on rekisteröity Suomeen vuosina 2011-2012 vain kolme kappaletta. Fisker-autonvalmistaja on tällä hetkellä konkurssin partaalla. Se ei ole Uudenkaupungin autotehtaalalle hyvä uutinen. Kuitenkin Suomen autoteollisuuden kulmakiven pelastaa uuden Mercedes-Benz A-sarjan valmistuksen aloittaminen Uudessakaupungissa. Lisäksi poimintana, hybridimarkkinoilla ainoana dieselhybridinä olevaa Volvo V60 mallia on Suomeen rekisteröity kaksi kappaletta vuonna 2012. Tilastoissa malli, jonka myynnin voisi kuvitella nousevan ainakin hieman Suomessa, on pistokehybridi Opel Ampera, ja myös sen sisarmalli Chevrolet Volt. Opel todennäköisesti tulee sijoittumaan tunnetumpana merkinä Chevroletin edelle myyntitilastoissa. Tosin korkeahko hinta voi rajoittaa sen myyntiä. /7./

Vuodesta 2011 vuoteen 2012 hybridiautojen myynti kasvoi 358kpl. Hybridien osuus on kuitenkin Suomen vuotuisissa rekisteröintitilastoissa vain hyvin pieni. Korkeahkot

hinnat ja käytettävyys, lähinnä autojen sisätiloista johtuen varmasti vähentävät hybridiautojen myyntiä. Lisäksi ankara talvi voi synnyttää epäluuloja hybrideitä kohtaan. Jokaiselle autolle talvi luo omat haasteensa, mutta hybridit kuitenkin pärjäävät talvessa hyvin molempien moottoreidensa turvin. /7./

Sähköautoja Suomessa rekisteröitiin vuosina 2011-2012 yhteensä 81 kpl, niistä yli puolet oli Nissanin Leaf-mallia. Sähköautojen myyntiä varmasti rajoittaa ensisijaisesti niiden korkea hinta, mutta myös vaikeudet latauspisteiden kanssa. Kaupunkialueilla niitä on vähän, ja lisäksi latausmahdollisuus tulisi saada kotipihaankin, jos auton ostaa. Suomen ankara talvi lisäksi vaikeuttaa sähköautojen käyttöä. /7./

4.2 Käyttökustannukset

Muodostuvista autoilun kustannuksista polttoainekuluja auton ostaja usein miettii eniten auton ostohetkellä. Polttoainekulut ovatkin suurin ja tuntuvin autoilun menoerä käyttäjälle. Edullinen käyttö on hybridiautojen myyntivaltti, niiden tärkein tavoite markkinoilla on olla taloudellisia sekä ympäristöystävällisiä. Dieselautoilla on pitkälti samanlaiset vahvuudet, dieselauton hankinnassa paljon ajavat hakevat halvempia kilometrejä. Nykyisin kuitenkin myös uudenaikaiset bensiinimoottorit ovat hyvin taloudellisia. Bensiinimoottoreissa ahtimet ovat yleistyneet voimakkaasti viime vuosina. Ahtamalla saadaan moottoreiden hyötysuhdetta reilusti parannettua, ja siten päästöjä sekä polttoaineen kulutusta saadaan alas. Sitten ovat vaihtoehtona hybridiautot, hybridiautolla omistaja säästää polttoainekuluissa mukavasti. Hybridit ovat aina hyvin taloudellisia, ja alhaisia kulutuslukemia on kohtuullisen helppo usein myös saavuttaa. Taloudellisesta autosta on hybridien tapauksessa joka tapauksessa kysymys, mutta ei käyttäjän tarvitse myöskään huolehtia käyttövoimaverosta kuten dieselin kanssa. Polttoainekuluissa hybridit kiistatta pärjäävät hyvin verrattaessa diesel- ja bensiinikäyttöisiin autoihin. Kuitenkin myös muut ylläpitokulut polttoaineen lisäksi vaikuttavat auton käyttöön ja niissä on eroavaisuuksia eri käyttövoimien välillä.

Polttoainekulujen lisäksi käyttökustannuksia tulee kuitenkin myös vakuutusmaksuista ja verotuksesta. Niille ei paljon ostohetkellä jää huomiota, paitsi dieselissä usein käyttövoimaveron kanssa. Verotus ja vakuutukset ovat autoilusta muodostuvia kuluja, jotka säilyvät vuodesta toiseen lähes muuttumattomina. Uudempien autojen verotus pohjautuu Suomessa päästöihin, ja hybridiauto takaa pienillä päästöillään käyttäjälleen

alhaisen autoveron. Verotuksessa hybridin käyttäjä säästää, hybridiautojen verotus jää pienien bensiinimoottoristen autojen tasolle. Isommissa autoissa, isompien bensiinimoottorien kanssa autovero on korkeampi. Dieselmoottorien tapauksessa autovero itsessään jää melko alhaiseksi johtuen alhaisista päästöistä. Autoveron päälle tulee kuitenkin vielä Suomessa käytössä oleva dieselin käyttövoimaveron, joka on merkittävä lisä verotuksessa. Käyttövoimaveron käytössä oleminen ei tunnu järkevältä, kun samaan aikaan yritetään saada ihmisiä ostamaan autoja pienillä päästöillä. Tulevaisuudessa käyttövoimaveron todennäköisesti tulee poistumaan, mutta se tarkoittaa nyt jo korkealla olevan dieselin hinnan nousua. Silloin litra dieseliä todennäköisesti maksaa saman verran kuin litra bensiiniä tai jopa enemmän. Kaikesta huolimatta dieselien kauppa käy Suomessa hyvin, ja yhä tehokkaampia ja taloudellisempia dieselautoja halutaan ostaa. Suomalainen autoverotus suosii parhaiten lähinnä pienimoottorisia bensiiniautoja ja hybrideitä. Tosin ei nykyaikaisen pikkudieselin käyttövoimaveron ole kovinkaan suuri, mutta vuosimaksuissa verotuksen osalta se on useimmiten kalliimpi kuinesimerkiksi hybridi. Suomessa autojen verotus on poikkeuksellisen kova, muualla Euroopassa verotus on maltillisempaa, tai sitten erillistä vuosittain maksettavaa autoveroa ei edes ole käytössä. Silloin vuosittain maksetaan vain pakolliset auton vakuutusmaksut. Dieselin käyttövoimaveron Suomessa on Euroopan tasolla poikkeuksellinen. Suomen kova autovero selittää Euroopan tasolla myös korkeat uusien- ja vaihtoautojen hinnat, ja siten jopa ulkomailta tuotavan auton kannattavuuden hinnaltaan.

Huhtikuussa 2012 voimaan tuli päästöihin pohjautuva autoverolainmuutos. Muutos pudotti uusien pieniin päästölukemiin kykenevien autojen hintoja, ja suuriin päästölukemiin jäävät autot kallistuivat. Siten pyrittiin kannustamaan suomalaisia ostamaan ympäristöystävällisiä autoja. Päästölukema, josta ylöspäin autojen hinnat nousivat, oli kuitenkin melko alhainen, mikä tarkoitti halutuimpien autojen hinnan nousemista. Autokauppa kukoistikin ennen veromuutosta, jolloin kiireellä ostettiin autoja joiden hinta tulisi nousemaan. Kuitenkin esimerkiksi pikkuautojen ja myös hybridien hintoja veromuutos toi alaspäin. Hybridiautojen hinnat putosivat jopa melko reilusti muutoksen jälkeen. Ainakin pikkuautojen myyntiin veromuutoksen vaikutus varmasti oli ainakin jossain määrin positiivinen.

Vakuutusmaksut muodostuvat sen mukaan, minkälaisen vakuutuksen omistaja autolle haluaa. Suomessa autolle on pakollista ottaa vain liikennevakuutus, joka korvaa ensisijaisesti tapauksen vastapuolen vahingot. Vanhemmissa ja halvemmissa autoissa

on usein käytössä vain liikennevakuutus. Omaan autoon liittyvää vakuutusturvaa on olemassa monenlaista, osittaisesta vakuutusturvasta kaiken kattavaan. Uusille autoille halutaankin lähes poikkeuksetta hyvin korkea vakuutusturva. Se on kannattavaa, koska uusi auto on aina arvokas sijoitus. Autoilussa on lisäksi myös suuret riskit vahingoille, ja liikenteessä vahingot eivät myöskään ole aina vain itsestä kiinni.

Merkittäviä autoilun kustannuksia ovat myös huollosta aiheutuvat kulut ja varaosahinnat. Huoltokustannuksissa on eri automerkkien välillä eroja. Uusien autojen tapauksessa autot usein huollatetaan merkkikorjaamoilla. Erot kustannuksissa muodostuvat merkkikohtaisista tuntiveloituksista merkkikorjaamoillasekä osin myös varaosahinnoista. Korjaamojen tuntiveloituksissa on myös paikkakuntaakohtaisia eroja. Huoltokustannuksissa ei ainakaan yhdelläkään autojen käyttövoimalla ole erityistä etulyöntiasemaa muihin nähden. Jokaista moottoria joudutaan joka tapauksessa huoltamaan, valmistajat ovat määrittäneet autokohtaiset huoltovälit. Autokohtainen huolto-ohjelma määrittelee myös sen, miltä käyttäjästä huollosta muodostuvat kulut tuntuvat. Mikäli huollon joutuu tekemään autoon vuoden välein, menee huoltoon varmasti enemmän rahaa kuin kahden vuoden välein tehtäviin huoltoihin. Lisäkustannuksia voi tulla melko paljon myös siitä, miten usein valmistaja on määrittänyt tehtäväksi suuremmat huoltotyöt, kuten esimerkiksi jakopäänhihnan vaihdot.

Renkaista muodostuvat kulut ovat myös osa autoilua. Suomessa autoilijoilla pitää vielä käytössä olla kahdet renkaat, osittain siitäkin syystä paljon ajava autoilija joutuu ostamaan renkaita melko usein. Painavassa urheilullisessa autossa, jossa on leveät renkaat, on renkaiden kuluminen nopeampaa. Lisäksi isommat rengaskoot ovat aina kalliimpia. Hybridiautojen renkaat ovat melko pienikokoisia ja siten halvempia. Hybridiautoissa on myös lähes poikkeuksetta alla matalalla vierinvastuksella varustetut renkaat, ja pehmeässä renkaassa kuluminen on hitaampaa. Kevyestä ja tasaisesti kulkevasta autosta kapeilla renkailla on myös renkaita säästävä hyöty. Hybridiauton omistaja voi siten säästää myös renkaissa, ensinnäkin pienemmät renkaat ovat huomattavasti isokokoisia halvempia. Lisäksi kun renkaiden kuluminen on aina pienillä renkailla ja kevyellä autolla vähäisempää, yksillä renkailla ajaa hybridiautolla varmasti enemmän, ainakin kuin isolla autolla.

Kaikki muodostuvat kulut ovat omistajalle merkittäviä autoilussa, mutta ne usein vaihtelevat voimakkaasti. Näihin kustannuksiin vaikuttaa esimerkiksi se, missä auton

omistaja tankkaa ja huoltaa autoaan. Suuria eroja voi tulla myös esimerkiksi siitä, ostaako omistaja autoonsa aina huippumerkin renkaat vai halvimmat mahdolliset. Renkaita ei kuitenkaan tarvitse kovin usein ostaa. Menoerä on silti olemassa, Suomessa tarvitaan kuitenkin talvi- ja kesärenkaat, ja paljon ajavalla autoilijalla renkaita kuluu paljon.

Verrattaessa käyttökustannuksissa hybridiautoja bensiinikäyttöisiin ja dieselkäyttöisiin autoihin hybridit pärjäävät hyvin. Voimakkaasti edukseen ne erottuvat lähinnä vain polttoainekustannuksissa mutta myös verotuksessa, mutta toisaalta eivät ne ole missään kuluissa erityisesti muita kalliimpiakaan.

4.3 Huoltaminen

Hybridiauton polttomoottoria, ja autoa muutenkin huolletaan tietysti normaaliin tapaan. Insightin hybriditekniikka ei itsessään tuo lisähaasteita auton normaaleille huoltotoimenpiteille. Moottoritilassa ja auton alla on hyvin tilaa tehdä normaalit huollot. Kaikkiaanhuollon tarpeessa diesel-, bensiini- ja hybridiautot ovat lähes samankaltaisia. Erot huolloissa muodostuvat autojen kesken lähinnä valmistajakohtaisista huoltoväleistä.

Rajoituksia ja määräyksiä hybridiautojen kanssa kuitenkin on. Korkeajännitejohdot hybridi- ja sähköautoissa ovat oransseja, eikä niihin saa koskea kuin riittävän pätevyyden omaava henkilö. Poikkeavuuksia tavalliseen autoon on myös hybridiautojen komponenteissa. Esimerkiksi ilmastoinnin kompressoria käytetään polttomoottorin ollessa sammuksissa korkeajännitejärjestelmän kautta. Siksi kylmäainepiirissä tulee olla sellaista öljyä joka ei johda sähköä. Hybridiautoon ei siis voi tehdä esimerkiksi ilmastointihuoltoa ihan joka paikassa. Moottoriöljynä Hondan hybrideissä tulisi käyttää Hondan omaa hybridiautoille suunniteltua öljyä.

Hybriditekniikalla oleva auto voi säästää huoltokustannuksissa. Esimerkiksi jarrujen kuluminen on perinteistä autoa vähäisempää, sillä sähkömoottori mahdollistaa hyvin tehokkaan moottorijarrutuksengeneroidessaan moottorijarrutuksen aikana akkuja. Polttomoottorin käyttöä epäedullisilla kierrosalueilla voidaan myös välttää sähkömoottorin avulla, mikä varmasti säästää polttomoottoria auton ikääntyessä.

Honda Insight huolletaan 20 000km tai 1 vuoden välein riippuen siitä, kumpi täyttyy ensin. Tämän mittainen huoltoväli on nykyisissä autoissa hyvin tavanomainen. Valmistajan huolto-ohjelman mukaan tulee suorittaa ylimääräinen öljynvaihtohuolto, mikäli autoa käytetään poikkeuksellisen hankalissa olosuhteissa. Lähtökohtaisesti huoltoväli on kiinteä, mutta kuitenkin auto seuraa automaattisesti miten sitä käytetään. Esimerkiksi käynnistykset huomioidaan, tai se, ajetaanko autolla lähinnä pidempiä matkoja. Tästä johtuen auton huoltovälinäyttö voi pyytää huoltoa jo muutama tuhat kilometriä aikaisemmin kuin mitä huolto-ohjelma sanoo.

4.4 Ajaminen

Ajaminen Hondan hybridien tapauksessa ei merkittävästi poikkea tavallisesta henkilöautosta. Insightia ajetaan kuten mitä tahansa automaattivaihteista autoa. Eroavaisuudet perinteiseen autoon rajoittuvat ajossa lähinnä auton äänimaailmaan ja kuljettajan saamaan informaatioon autolta.

Auton äänimaailma eroaa perinteisestä henkilöautosta käynnistettäessä ja ajettaessa kaupungissa. Sähkömoottorin käynnistäessä auton perinteistä käynnistimen ääntä ei kuulu, kierrokset vain nousevat joutokäynnille. Ajettaessa kaupungissa Insight kulkee hyvin äänettömästi, varsinkin polttomoottorin ollessa lepuutustilassa ja sähkömoottorin avustuksen ollessa suurimmillaan. Maantiellä hybriditekniikan huomaa pienellä polttomoottorilla varustetun auton hyvänä sitkeytenä. Insight kiipeää pienestä polttomoottoristaan huolimatta mäet ylös maantieajossa vaivatta. Hyvin vääntävän sähkömoottorin avustuksen huomaa siten ajossa.

Kuljettajan näkymät ovat perinteisestä autosta poikkeavat. Hybriditekniikasta välitetään kuljettajalle paljon tietoa. Monitoiminäytön kautta auton tietoja voi selata, ja analogisilla mittareilta tulevan tiedon kuljettaja näkee koko ajan. Lisäksi auto kerää koko ajan tietoa kuljettajan ajotavasta, ja kertoo ajosuorituksen lopuksi kuinka taloudellisesti on ajettu. Autossa on myös erillinen taloudellisen ajon ohjelma jonka saa kojelaudan ”ECON” napista päälle. Auton luonne todella muuttuu sen jälkeen, rauhallisempaan suuntaan.

4.5 Hybridin hyvät ja huonot puolet

Hybridien myynti on Suomessa edelleen varsin vähäistä. Suuri syy vähäiseen myyntiin on varmasti riittämätön mallisto. Hybridiautot ovat melko usein varsin pienikokoisia ja lisäksi vielä kokoonsa nähden melko kalliita. Tilan lisäksi monet auton käyttäjät tarvitsevat esimerkiksi autostaan vielä vähän normaalia enemmän moottoritehoakin ja vääntöä. Tilavissa autoissa, joita on liikenteessä paljon, on usein paljon tavaraa, ja ehkä peräkärrykin. Hybridiautolle se on vaikea tehtävä. Tilaa ei usein hirveästi ole, eikä vetokoukkua ei saa. Vaihtoehtoja tietysti on, esimerkiksi Lexus-mallistossa. Silloin moottoritehoa ja tilaa on paljon, vetokoukkukin voi olla, mutta hankintahinta kuitenkin karkaa hyvin korkealle. Kyseinen auto on monen autonostajan ulottumattomissa. Siten päädytään esimerkiksi dieselkäyttöiseen katumaasturiin, joita on melkein joka merkillä tarjolla. Hybridien ongelmana ovat myös ennakoluulot, esimerkiksi automaailmassa uudehkon tekniikan luotettavuudesta.

Hybridien hyviä puolia ajateltaessa tulevat ensimmäisenä useimmiten mieleen pienet päästöt ja pieni polttoaineen kulutus. Niitä ominaisuuksia hybrideillä ensisijaisesti tavoitellaan ja poikkeuksetta ne lunastetaankin hyvin. Kaupunkiajossa hybriditekniikka on todella hyödyllistä, sähkömoottorin avustuksesta on kiihdytyksissä paljon hyötyä ja akkuja generoidaan useista jarrutuksista johtuen paljon. Paljon kaupungissa ajavien kannattaisikin ajatella hybridiauton hankintaa. Lisäksi hybrideillä voi säästää myös rengaskuluissa. Kevyen ja tasaisesti kulkevan auton alla olevat kapeat ja pehmeät renkaat kuluvat hitaasti. Jarrujen kulutus voi myös vähentyä sähkömoottorin aiheuttaman voimakkaan moottorijarrutuksen takia. Hybridiauto onkin oivallinen vaihtoehto kuljettajalle, joka tavoittelee halpaa autoiluaja pientä polttoaineen kulutusta ajaessaan paljon kaupungissa sekä säästeliäästi myös maantiellä.

Huonoja puolia mietittäessä hybridien tapauksessa on usein kyse mielipiteistä. Minkälaisesta auton käyttäjästä on kysymys, riippuu, onko hybridi sopiva vaihtoehto. Suuren taakan kantamiseen esimerkiksi hybridistä ei useimmiten ole. Peräkärryn vetäminen ei useimmiten hybridiautolla ole edes mahdollista, vetokoukkua ei edes saa sillä suuren taakan vetäminen on katsottu haitalliseksi sähkömoottorille. Sähkömoottori joutuisi tällöin toimimaan sille haitallisen kuormituksen alaisena. Myöskään neliveto ei ole tavallinen ratkaisu hybridien tapauksessa. Mahdollinen se on, mutta neliveto hybridit ovat useimmiten jo melko kalliita autoja. Neliveto on myös mahdollisesti toteutettu

niissä omintakeisella tavalla, voi olla esimerkiksi niin että sähkömoottori käyttää vain taka-akselia. Paljon kuormaa kuljettavalle pitkien matkojen kulkijalle hybridi ei välttämättä ole paras vaihtoehto. Kaikille hybridiautot eivät voi vastata perheen ainoan auton tarpeita.

Jossain määrin hybridiauton ominaisuuksia häiritsevä seikka on Suomessa myös ankarra talvi, sekin voi osaltaan pienentää hybridien myyntilukuja. Ostajat eivät välttämättä usko hybridiautojen talviominaisuuksiin. Hybridiauto pystyy kyllä saavuttamaan useimmiten pieniäkin kulutuslukuja myös talvella, mutta hybridijärjestelmän ei ole kuitenkaan mahdollista toimia kuten kesäkeleissä. Akun varaus laskee talvikelissä hieman nopeammin ja siten sähkömoottorin yhtä aktiivinen käyttö ei ole mahdollista, ja akkujen latausta tarvitaan enemmän. Tämä korostuu esimerkiksi kylmäkäynnistysten jälkeen, joita on jokaisen autoilijan pakko talven aikana välillä tehdä. Hybridiauto joutuu kulkemaan kaupungissakin pääosin pelkän polttomoottorinsa voimin moottorinsa lämpenemiseen saakka. Kylmäkäynnistyksissä Insightin käynnistimenä lähes kaikkien muiden hybridiautojenkin käynnistimenä toimii tavallinen 12V:n järjestelmän käynnistin sähkömoottorin sijasta.

Talviajossa pienimoottoristen ja osittain sähköavusteisten autojen lämmöntuotto ei ole hirvittävä. Kovalla pakkasella auton sisätilojen lämpiäminen ei ole useimpien perinteisten autojen tasolla. Autot kyllä lämpiävät sisältä riittävästi, mutta se on usein huomattavastikin hitaampaa kuin monessa perinteisessä autossa. Toiset hybridit lämpiävät luonnollisesti nopeammin ja toiset hitaammin, kuitenkin keskimäärin hybridit lämpiävät perinteistä tekniikkaa käyttävää perheautoa hitaammin. Kyse on lähinnä ominaisuudesta eikä niinkään ongelmasta, pieni moottori ei voi tuottaa lämpöä kuten isompi. Lämmöntuottoa ei etenkään silloin voi olla, jos polttomoottori ei ole edes käynnissä, näin voi leudossa talvikelissä joissakin hybrideissä pidemmän ajon jälkeen olla. Asiaa melko hyvinkin auttava ratkaisu on monissa autoissa jo käytössä olevat lämpövastukset, jotka sijoitetaan lämmityskanaviin, niiden avulla voidaan saavuttaa jopa kohtalaisen nopeaa sisätilojen lämpenemistä. Tosin kääntöpuolena niissä on polttoaineenkulutuksen nouseminen. Lämpövastukset kuluttavat paljon virtaa, ja varsinkin kylmäkäynnistysten jälkeen kulutus nousee. Monet auton käyttäjät kuitenkin asettavat kylmillä talvikeleillä lämpimän ja mukavan auton pienen kulutuksen nousun edelle. Samankaltaiset lämpiämiseen liittyvät seikat ovat olleet esillä myös muunlaisissa autoissa, kuten uusissa dieselissä, niissäkin ominaisuuksiensa puolesta lämmöntuotto on usein vä-

häistä. Lähes poikkeuksetta uusien dieselien etumaskit on peitetty talvikeleissä lämpiämisen parantamiseksi. Osittain lämpenemisen hitaudesta on syytetty myös pienellä bensiinimoottorilla varustettuja autoja. Kuitenkin kaikissa näissä kaikissa lämmityskanavien lämpövastukset ovat yleistyneet, ja lämpiämistä saadaan siten parannettua. Dieseleissä on usein käytössä myös lämpiämisen ongelmat tyystin korjaava polttoainekäyttöinen lisälämmitin. Hybriditekniikan hyödyt siis laskevat talvella ainakin hie-
man, ja joissakin hybrideissä enemmän talvikeleissä. Mutta kaikesta huolimatta hybrideitekniikasta on kyllä hyötyä myös talvikeleissä, ei tosin ihan niin paljon kuten kesällä mutta hybridiautot ovat silloinkin taloudellisia, ja käyttäjäystävällisiä. Yhteen autoon ei ikinä voi saada kaikkia ominaisuuksia.

5 HYBRIDIAUTO KÄYTÄNNÖSSÄ

Tarkoitus on selvittää, mitä vaatimuksia hybridit asettavat korjaamoille ja korjaamohenkilöstölle. Korjaamoiden sekä omistajienkin ajatuksia ja kokemuksia hybridiautois-
taselvitetään lyhyiden haastattelujen avulla. Käytännön ajokoe vielä selvittää kulutus-
lukemat, joihin Honda Insight pääsee helposti normaalissa käytössä. Ajokoe suori-
taan sekä ECON ajo-ohjelma päällä että ilman sitä, kaupungissa ja maantiellä. Lisäksi
Insightin kulutusta verrataan toiseen vähäpäästöiseen autoon.

5.1 Hybridi korjaamolla

Hybriditekniikka asettaa vaatimuksia korjaamoille. Hybridiautojen huoltoon ja korja-
ukseen liittyen on annettu koulutusta Suomessa vuodesta 2004. Sähköjärjestelmien
jännitteet ovat hybridiautoissa moninkertaiset tavallisiin autoihin verrattuna, niiden
kanssa työskenteleminen vaatii siten erityisosaamista sekä -lupia. Lähtökohtaisesti
korkeajännitejärjestelmä tehdään aina jännitteettömäksi ennen siihen liittyvää työ-
kentelyä. Poikkeavuutta perinteisiin autoihin on myös hybridiauton komponenteissa.
Esimerkiksi ilmastoinnin kompressorin voi poiketa tavallisesta, koska polttomoottorin
ollessa sammunut sitä käytetään korkeajännitejärjestelmällä. Ohjaustehostimen pump-
pu voi myös olla täysin sähköinen, sillä ajettaessa pelkän sähkövoimin ei perinteisel-
lä toteutustavalla toimiva ohjaustehostin ole mahdollinen. /8./

Hybriditekniikkaa koskevat korjaamohenkilöstön pätevyydet on jaettu kolmeen ryh-
mään. Ensimmäisen tason pätevyyden omaava henkilö ei saa koskea sähkökom-

ponentteihin. Tavallisia huoltotoimenpiteitä kuten öljynvaihto- sekä jarruhuoltoja saa tehdä auton asentaja periaatteessa ilman erityislupia. Tosin merkkikorjaamoilla annetaan koulutusta hybridautoihin, ja ne kuuluvat kaikille korjaamon asentajille. Koulutuksessa tutustutaan esimerkiksi korkeajännitejohtojen sijaintipaikkoihin. Tämä kattaa ensimmäisen luokan pätevyyden asentajalle hybridautoihin. Koulutuksen toisella tasolla saa korjata sähköjärjestelmää sen ollessa jännitteetön. Kolmannella tasolla voi tehdä vianhakua esimerkiksi sähkömoottoriin liittyen. Kolmatta tasoa ei kuitenkaan ole ainakaan vielä käytössä Suomessa, ajoneuvon itsediagnoosijärjestelmä on katsottu ainakin toistaiseksi riittäväksi. Vikatilanteessa vaihdetaan viallinen komponentti uuteen. Hybridi-/sähköautojen sähköjärjestelmien osia ei korjata Suomessa. Sähköpätevyyden omaava asentaja/työnjohtaja ei saa tehdä muita korkeajännitetöitä, eikä sähköurakoitsija voi korjata sähköautoa. /5; 8./

Monille korjaamoille hybridi- ja sähköautot ovat täysin vieraita. Kuitenkin esimerkiksi Lexus-korjaamoilla hybrideitä on ollut jo kauan. Hybridien asettamat vaatimukset koskevatkin pääosin työturvallisuutta korkeajännitekomponenttien takia, lähinnä asentajien osalta. Autoalan Keskusliitto ry, Autotuojat ry sekä Suomen Autokierrätys ovat neuvotelleet turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukesin kanssa työturvallisuusohjeista. Sähköturvallisuusohjeistusta on parannettu niin, että sitä voidaan helpommin soveltaa myös autoalalla. /5; 8./

Korjaamoilla, joissa korjataan ja huolletaan sähkö- sekä hybridautoja, pitäisi olla myös sähkötöiden johtaja. Rajat kulkevat käyttöjännitteeltään yli 50 voltin vaihtojännitteisissä tai 120 voltin tasajännitteisissä sähkö-/hybridaajoneuvoissa. Määräykset siis koskevat aikalailla kaikkia hybridi- ja sähköautoja. Lähes jokaisessa niistä käyttöjännitteet ylittävät rajat reilusti. Sähkötöiden johtajalla pitää olla vähintään rajoitettu sähköpätevyys 3 (S3). Sähkötyönjohtajan tehtäviin kuuluu lähinnä huolehtia siitä, että korjaamoissa noudatetaan sähköturvallisuuslakia, kyseisiin tehtäviin tarvitsee erillisen pätevyyskoulutuksen. Auto maahantuojiin kouluttajien ja muiden koulutuksen järjestäjien tulee hakea Tukesilta oikeus koulutuksiin. /5./

Samat sähkötöiden vaatimukset koskevat myös purkutoimintaa. Korkeajännite akkujen napojen irrotus on kriittisin vaihe ennen akkupaketin poistamista autosta. Purkamolla tulisi työskennellä rajoitetun S3-tutkinnon suorittanut henkilö, muuten korkeajänniteakkujen irrotus ei ole turvallista. Silloin jos koulutettu henkilö puuttuu, työ tu-

lee jättää asiantuntijan tehtäväksi. Hybridiautojen akkupakettien kierrätettävyyssprosentti on nykyisin poikkeuksetta hyvin korkea. /5./

5.2 Hybridi katsastuksessa

Hybridiautojen katsastus ei merkittävästi poikkea perinteisen auton katsastamisesta. Päästömittaus tehdään kuten perinteiseen autoon. Hybridiauto voi joutua päästöjen takia hylkäykseen esimerkiksi rikkoutuneen pakoputken vuoksi siinä missä perinteisenkin auto. Nykyaikainen hybridiauto on aina varustettu myös polttomoottorilla, ja hybriditekniikka ei vaikuta suoraan itse polttomoottorin päästöihin. Muu tarkastelu tehdään samoin kuten perinteiseenkin autoon, hybridiautojen alustarakenteissa ei ole poikkeavasta tekniikasta johtuvia suuria eroja.

5.3 Korjaamohaastattelut

Korjaamohaastatteluiden tarkoitus oli selvittää lyhyesti merkkikorjaamoiden ajatuksia hybrideistä, haastatteluun vastasi korjaamojen työnjohtajia. Tiedot ja kysymykset haastatteluista ovat liitteessä 1. Vastaukset jakautuvat pitkälti odotusten mukaan. Korjaamoille hybridit asettavat vaatimuksia erityisesti asentajien työturvallisuuden suhteen. Hybridiautojen huoltoon ja korjaukseen liittyen suoritetaan asentajille pätevyyskoulutuksia. Koulutuksia suoritetaan jo useiden automerkkien asentajille, sillä hybridimalleja on paljon ainakin tulossa markkinoille.

Asiakkaisiin liittyvissä kysymyksissä on enemmän hajontaa. Kaikkiaan kysymyksiä poikkeava tekniikka hybridiautoissa varmastikin aiheuttaa, ja hybridiautojen määrä lisääntyy. Autojen määrä kasvaa osin myös siksi, että hybridiauto mallistot laajenevat ajan kuluessa. Korjaamohaastatteluiden ja omistajienkin kokemusten mukaan voisi olettaa että hybrideillä ajavat asiakkaat ovat olleet ainakin kohtuullisen tyytyväisiä autoihinsa. Haastattelut tehtiin kuuteen Honda merkkikorjaamoon, tulokset ovat siten lähinnä suuntaa antavia.

5.4 Omistajien kokemukset

Omistajien kokemuksia selvitetään osin puhelinhaastatteluilla ja lisäksi sähköisillä kyselyillä. Yleisellä tasolla tarkastellaan myös ovatko Hondan hybridit herättäneet

keskustelua Internetin sivustoilla. Tarkoitus on lähinnä selvittää ovatko auton kulutus ja tekniikka vastanneet mahdollisia omistajien odotuksia niiden suhteen.

5.4.1 Yleiset kokemukset

Tarkastelussa oli muutamia kaikenlaisten autojen omistajien käyttämiä keskustelupalstoja autoista ja niiden ominaisuuksista. Keskusteluita löytyi Hondan hybrideihin liittyen kohtalaisesti odotuksiin nähden. Kuitenkin mallisto on melko uutta ja autoja on Suomessa vähän, keskusteluiden määrä on siten pientä verrattuna vanhempiin automalleihin. Yleisesti ottaen Internetin keskustelupalstoilla autot ja autoilu puhuttavat varsin paljon. Honda-malliston hybrideihin liittyen kirjoittajien kokemukset vaikuttavat pääosin melko hyviltä, ja autoja onkin lähinnä kehattu. Kuitenkin kirjoituksia oli myös seikoista, jotka voisivat olla hybridiautoissa paremminkin.

Keskustelupalstoilla nousevat esiin samantyylliset seikat kuin puhelinhaastatteluissa. Suurimmat kysymysmerkit ovat kokonaisuutena polttoainetalous ja talviajo. Toisaalta ominaisuuksia kehuaan, toisaalta moititaan. Moitteita esiintyy kulutuksesta maantielä, ja talvella matkustamon lämpiämisestä. Monesti maantie kulutus hyväksytään, koska hybridin ominaisuudet tiedostetaan hyvin. Talvella lämpiäminen on kuitenkin seikka johon monet ovat tarttuneet, kyse on nykyisin paljon puhutusta seikasta joka ilmenee monissa autoissa, seikkaa ei yleisesti asetetakaan hybriditekniikan syyksi. Hyvinä puolina esille usein nousevat hyvä polttoainetalous kaupungissa, ja hyvä ajettavuus. Hondan hybridimallistosta keskusteluissa ilmenee selvästi kaikkiaan enemmän kehuja kuin moitteita.

5.4.2 Omistajien haastattelut

Hybridiautoilla ajavien kokemuksia ja mieltymyksiä haettiin muutaman kysymyksen avulla (liite 2). Kysymykset valikoituivat autojen erikoisempien ominaisuuksien ja niiden toimivuuden mukaan. Yleisesti ottaen Honda-malliston hybrideillä ajavat vaikuttavat hyvinkin tyytyväisiltä autoihinsa. Lisäksi lähes aina tyydyttävät myös tarjolla olevat korjaamopalvelut. Haastatteluun vastasi 10 henkilöä.

Kokonaisuutena autojen ominaisuuksiin ollaan tyytyväisiä. Honda-malliston taloudellisuutta sekä kehuaan että moititaan. Kaupunkiajossa taloudellisuus saa lähes poikke-

uksetta kehuja, maantiellä taas kulutuslukemat ei aina tyydytä. Kuitenkin hybriditekniiikan hyödyt korostuvat kaupungissa, ja se tiedostetaan. Hybridiautoilla ajavat ovat hybridiautoistaan keskimäärin varsin hyvin perillä. Talviominaisuudet on koettu keskimäärin kohtalaisen hyviksi, myös jopa taloudellisuus talvella koetaan kohtuullisen hyväksi. Suurin yksittäinen puute, jota kaivataan autoihin, on vetokoukku. Eniten kehuja taas saavat ajettavuus ja taloudellisuus kaupungissa.

Hybridiautoihin ollaan hyvinkin tyytyväisiä, ja seuraavaksi autoksi voitaisiin useimmiten valita hybridi. Honda-malliston autot ovat hinta laatu suhteeltaan hyvällä tasolla ja lunastavat polttoainetalouteen liittyvät odotukset hyvin. Hybridin parhaalla osalla alueella kaupungissa ne ovat taloudellisia, jota hybridiauton omistaja usein haluaakin. Hondan rinnakkaishybridiratkaisu koetaan pitkälti toimivaksi kokonaisuudeksi, mutta mahdollisuus ajaa pelkällä sähköllä jättää kysymyksiä. Kuitenkin kokonaisuus on hyvin kunnossa ja tekniikka toimii saumattomasti ja aktiivisesti.

5.5 Ajokoe

Käytännön ajokokeessa on tarkoitus selvittää, millaisiin kulutuslukemiin Honda Insight pääsee helposti. Ajokokeet tehdään osittain sekä maantie- että kaupunkiajossa, ECON ajo-ohjelma päällä ja ilman. Tarkoitus on myös selvittää, muuttuuko kulutus taloudellisen ajon ohjelmaa käytettäessä. Kulutusmittaukset tehdään auton ajotietokoneella, mittaustarkkuus tarkistetaan ennen mittausta.

Vertailukohdaksi Honda Insightin (kuva 18) kulutuslukemiin otetaan uusi VW Up!. Se on huomattavasti Insightia pienempi auto, mutta tarkoitus on selvittää, kuinka lähelle pienellä bensiinimoottorilla varustettua pikkuautoa nykyaikainen hybridiauto pääsee kulutuksessa. Hybridiauto varmasti kuluttaa polttoainetta vähemmän kuin vastaavan kokoisella polttomoottorilla varustettu samankokoinen auto ilman hybriditeknikkaa, joten Up! on sopiva ja haastava vertailukohta hybridille. Pääseminen pienemmän ja kevyemmän, pienemmällä polttomoottorilla varustetun auton tasolle kulutuksessa osoittaisi hybriditekniiikan todellisia hyötyjä.



KUVA 18. Honda Insight

Vertailuauto VW Up! (kuva 19) on uudenaikainen pikkuauto, jossa on 1.0l kokoinen bensiinimoottori, valmistajan ilmoittamilta päästöiltään VW Up! on lähellä samoja lukemia kuin Insight. VW on ns. mikrohybridi, joten siinä on start/stop sekä jarrutusenergian talteenotto, lisäksi moottorijarrutuksista vapautuva energia generoidaan talteen. Joten hybridauto Insight ei ole järjestelmiensä turvin ylivoimainen kaupunkiajossa. Moottoritehoa pienempimoottorisessa VW:ssä on vähemmän, muttataas tehokkaamman Insightin polttomoottoria avustetaan sähkömoottorilla, minkä lisäksi sitä kaupunkiajossa lepuutetaan, mistä se hyötyy erityisesti kaupungissa paljon.



KUVA 19. Volkswagen Up!

Volkswagen Up!:
 3-sylinterinen 1,0 l bensiinimoottori.
 44kW (5000-6000rpm.) / 95Nm (3000-4300rpm.)

Lisäksi sama reitti ajettiin vertailun vuoksi pienten katumaasturien luokkaan sijoituvalla uudella Volkswagen Tiguanilla. Tiguan on kokonsa ja nelivedon huomioiden varsin taloudellinen auto. Se on myös varustettu jarrutus- ja moottorijarrutusenergian talteenotolla sekä start/stop -järjestelmällä. Tiguanin moottorina on 2.0 litran turbodiesel moottori, ja sen jatkona on hyvin nykyaikainen 7-portainen kaksoiskytkin DSG-automaattivaihteisto.

5.5.1 Kulutusmittaukset

Hybriditekniikka ei ole maantieajossa hyödyllisimmillään. Kuitenkin vaikka maatiellä kuljetaankin pääosin polttomoottorin voimin, avustaa sähkömoottori satunnaisten kiihdytyksien lisäksi myös ylämäissä. Honda Insightilla ajettiin Savonlinnasta Jyväskylään normaalia maantieajoa ilman ECON -taloudellisen ajon ohjelmaa sekä takaisin Savonlinnaan ECON-ohjelma päällä. Eron kulutuksissa mahdollisesti muodostuessa kovinkin suureksi näiden kahden maantie mittauksen välillä voi tehdä johtopäätöksiä, että taloudellisen ajon ohjelmasta todella on hyötyä.

Ensimmäisenä ajettiin Honda Insightilla Savonlinnasta Jyväskylään. Reitti ajettiin ilman ECON-ohjelmaa täysin normaalia maantieajoa, tarkoitus ei ollut yrittää ajaa säästeliäästi. Matka oli pääosin 100km/h nopeusrajoitusta. Matkalla oli myös muutamia ohituksia ja matkalle mahtui myös useita kiihdytyksiä, kun liityttiin muun liikenteen rytmiin.

Keskikulutus Insight, Savonlinna-Jyväskylä: 5,5 l
 Keskinopeus: 83 km/h
 Ajokilometrit: 208km
 Ajoaika: 2 h 31 min
 Ulkolämpötila: 8

Takaisin Savonlinnaan Jyväskylästä ajettiin Insightilla ECON-ohjelma päällä, ja tarkoitus oli päästä mahdollisimman alhaisiin kulutuslukemiin. Tietysti reitti poikkeaa eri suuntiin ajettaessa, mutta matka on melko pitkä, ja siihen mahtuu useita hyvinkin tasaisia osuuksia. Tulokset ovat siten melko hyvinkin vertailukelpoisia toiseen suuntaan ajetun kanssa.

Keskikulutus Insight ECON, Jyväskylä-Savonlinna: 5,5 l
 Keskinopeus: 86 km/h

Ajokilometrit: 208km
 Ajoaika: 2 h 26 min
 Ulkolämpötila: 2

Jyväskylässä tehty mittaus suoritettiin puoli tuntia kestäneellä ajolla. Siihen kuului lähinnä ajoa taajamassa, mutta myös vähänajoa maantienopeutta. Kaikkiaan koko matkan aikana tuli lähinnä paljon kiihdytyksiä ja jarrutuksia. Reitti ajettiin ensin Up!:lla ja sitten Insightilla. Insightilla ECON ajo-ohjelmaa pidettiin päällä, jotta kulu-
 tuskulutus päästäisiin mahdollisimman lähelle VW:tä tai jopa sen ohi. VW:ssä ei ole erillisiä ajo-ohjelmia, mutta ilmastointilaite kuitenkin kytkettiin mahdollista kulu-
 tuslisää välttämällä pois päältä. Hondan ECON ajo-ohjelma osaa välttää myös turhaa
 ilmastoinnin kompressorin käyttöä, siten osin myös tilanteen tasoittamiseksi VW:n
 ilmastointia pidettiin pois päältä. Molemmissa autoissa on start/stop-järjestelmä, ja se
 oli läpi kokomatkan päällä. Up! on manuaalivaihteinen, ja siinä on vaihto-opastin,
 joka osoittaa kuhunkin tilanteeseen sopivimman vaihteen taloudellisuuden kannalta.
 Sitä noudatettiin koko matkan ajan. VW Tiguanilla ajettiin reitti myös, ilmastointi
 pidettiin siinäkin pois päältä ja start/stop päällä. Molempien automaattivaihteisten
 vaihteistot pidettiin D-asennossa, jotta vaihteisto toimisi taloudellisuutta ajatellen.

Honda Insight, kaupunkiajo keskikulutus ECON: 4,8 l
 Keskinopeus: 38 km/h
 Ajokilometrit: 19 km
 Ajoaika: 30 min
 Ulkolämpötila: 5,5

Volkswagen Up!, kaupunkiajo keskikulutus: 4,8 l
 Keskinopeus: 37 km/h
 Ajokilometrit: 19 km
 Ajoaika: 30 min
 Ulkolämpötila: 7

Volkswagen Tiguan, kaupunkiajo keskikulutus: 6,6 l
 Keskinopeus: 38 km/h
 Ajokilometrit: 19 km
 Ajoaika: 30 min
 Ulkolämpötila: 6

Kaikilla autoilla on ajettu sama reitti samana päivänä. Kaikki ajot olivat hyvin pitkälti samanlaisia, kuten ajotietokoneiden tiedoista käy ilmi. Ajotyylisestä johtuvia eroja ei siten juuri ole, keskinopeus on käytännössä sama, eikä kuljettajaa ajojen välissä ole vaihdettu. Koko koeajon pituus Honda Insightilla oli 445km.

5.5.2 Tulosten pohdinta

Koeajo kertoi Honda Insightista ja sen hybriditekniikasta paljon. Insight on hintaluokkansa ja hybriditekniikkansa huomioiden varsin laadukas vaihtoehto. Varsinkaan vähän käytettynä se ei hybridiautoksi ole erityisen kallis.

Ensimmäisenä ajettu matka Savonlinnasta Jyväskylään ajettiin ilman ECON-ohjelmaa. Kulutus sillä yli 200 kilometrin matkalla oli 5,5 l, se oli aiempien ajokokeusten perusteella odotettavissa oleva lukema. Ajettu kulutuslukema oli kuitenkin varsin kaukana Hondan ilmoittamasta arvosta, Honda ilmoittaa Insightille jopa 4,0 l kulutusta maantiellä. Kuitenkin kaikesta huolimatta ajettu kulutus on pieni, ja sen saavuttaminen oli helppoa. Ajomatkaa ei missään määrin ajettu taloudellista ajoa tavoitellen.

Takaisin Savonlinnaan Jyväskylästä ajettiin ECON-ohjelmaa käyttäen. Matka on kaikkiaan melko tasainen, joten kulutuslukemat ovat melko hyvin vertailukelpoisia keskenään. Kulutus tällä matkalla oli myös 5,5l, ECON päällä olisi kulutuksen oletta-
nut laskevan alemmas. Maantieajossa ECON-ohjelman päällä olemista ei huomaa juuri muualta kuin mittaristoon syttyvästä valosta. Auton kiihtyvyys tuntuu ehkä hie-
man hitaammalta, ja ajotietokoneen näyttämä kesikukulutus laski nopeammin. Kau-
punkiajossa ohjelman päällä olemisen huomaa kuitenkin selkeämmin, auto kulkee
laiskemmin ja lisäksi se pyrkii käyttämään polttomoottorin lepuutusta enemmän. Näi-
hin kahteen kulutuslukemaan olisi voinut muodostua suurempi ero, mikäli olisi ajettu
hyvin lämpimällä ilmalla, ECON-ohjelma lepuuttaa ilmastoinnin kompressoria.

Jyväskylässä ajettiin vielä Insightin kaupunkiajon kulutuksen selvittämiseksi. Sama reitti ajettiin myös erityyppisellä vähäpäästöisellä autolla VW Up!:lla. Lähtökohtaisesti Insightin olettaisi olevan VW:tä kaupunkiajossa taloudellisempi. Up!:lla ajettiin reitti ensin, kulutus oli 4,8 l, mikä on kaupunkikulutuksena todella pieni. Insightilla ajettiin reitti sen jälkeen, kulutus oli myös 4,8l. Up!:n kulutus oli yllättävänkin pieni, Insight oli odotusten mukainen kaupunkiajossa. Insightin hybriditekniikka toimii erittäin hy-
vin kaupunkiajossa. ECON-ohjelma oli päällä koko matkan, ja siitä varmasti oli hyö-
tyä. Kaupungissa pystyi ajamaan pitkiä matkoja niin, että polttomoottori oli lepuutus-
tilassa, eli käytännössä vain sähkön voimin. Up!:n kulutuslukema osoittaa että nyky-

aikainen pienellä bensiinimoottorilla varustettu auto voi olla hyvin taloudellinen. Hybriditekniikan hyödyt taas konkretisoituvat kaupunkiajossa. Kaupunkiajoreitillä oli paljon kiihdytyksiä ja jarrutuksia, välillä liikennevaloissa joutui seisomaan kauankin. Start/stop-järjestelmä on varmasti hyödyllinen ajettaessa kaupungissa, joutokäyntiä voidaan vähentää paljonkin. Vertailun vuoksi reitti ajettiin myös VW Tiguanilla, sen kulutus oli 6,6 l. Kulutuslukema on hyvä suuremmalle nelivetoiselle dieselautolle, mutta luonnollisesti se on melko kaukana Up!-sta ja Insightista.

Honda Insightin voi koeajon jälkeen mieltää hinta laatu suhteeltaan hyväksi hybridiautoksi. Se on myös varsin taloudellinen, pieniä kulutuslukemia on myös helppo saavuttaa. Hybriditekniikka toimii kaupungissa hyvin ja sähkömoottorista on paljon apua. Maantiellä Insight on pääosin, kuten normaali bensiinimoottorilla varustettu auto, mutta sähkömoottori avustaa kuitenkin ylämäissä, ja satunnaisissa kiihdytyksissä. Kokonaisuutena ajossa hybriditekniikka toimii aktiivisesti. Varsinkin kaupungissa se on kokoajan ainakin jossain määrin mukana. Korkeajänniteakku tuntuu varsinkin ECON-ohjelma päällä, kun hybridijärjestelmää käytetään paljon tyhjentyvän melko äkkiä. Sinänsä se ei haittaa, sillä se myös latautuu äkkiä. Kuitenkin maantielle lähdettäessä niin, että korkeajänniteakku alkaa olla tyhjä, rupeaa auto väkisin lataamaan sitä. Esi-merkiksi maantiellä vakionopeudensäädin päällä ajettaessa alamäkeen voi auto ladataan vähän nyökkäillä, kyse ei kumminkaan ole erityisen häiritsevästä seikasta.

Insightin ECON-ohjelma vaikuttaa autoon kaupunkiajossa, auto tuntuu liikkuvan puhdittomammin kaupungissa se päällä. Kaupungissa sen hyödyt varmasti korostuisivat sillä silloin hybriditekniikkakin toimii aktiivisimmin. Ainakin lepuutustoiminto toimii hyvin ECON päällä kaupungissa. Maantiellä ei hybriditekniikka ole paljon muutenkaan mukana, joten ECON ei siellä ole hyödyllisimmillään. Kesäkelissä hyötyä voisi ilmastoinnin takia tulla maantielläkin. Kuitenkin koeajo Savonlinnan ja Jyväskylän välillä ECON päällä ja ilman viittaa kulutuksen oltua sama, siihen että ECON-ohjelma ei erityisesti maantiellä taloudellisuutta parantanut. Kaupungissa ohjelman voi kuitenkin todeta hyödylliseksi, erityisesti polttomoottorin lepuutustoiminnon käytön ansiosta. Kaikin puolin Insight on hyvä ja miellyttävä kokonaisuus.

5.6 Hybriditekniikan muut käyttökohteet

Hybriditekniikalla varustettuja linja-autoja näkee varsinkin pääkaupunkiseudulla jo melko paljon. Linja-autoon tekniikka soveltuukin mainiosti, paikallisliikenteen busseilla ajetaan kaupungissa, joten kiihdytyksiä ja jarrutuksia tulee jatkuvasti. Pysähdyksiä tulee liikennevaloissa ja sen lisäksi vielä pysäkeilläkin matkustajia kyytiin otettaessa.

Linja-autoissa esimerkiksi akkujen sijoittaminen ei ole yhtä suuri ongelma kuin hybridihenkilöautoissa. Linja-autoissa tarvittavat akkupaketit ja invertteriyksiköt on sijoitettu auton katolle. Osittain sijoituspaikkaan vaikuttaa myös autojen matala lattia. Sähkömoottoreina hybridilinja-autoissa toimivat napamoottorit, jotka nimensä mukaisesti sijaitsevat takapyörien navoissa. Dieselmoottori taas toimii linja-autoissa generaattorina. Sarjakäytössä hyödyllinen ominaisuus on myös se, että dieselmoottoria pystytään käyttämään lähes vakionopeudella, parhaan hyötysuhteen alueella. Siten saavutetaan mahdollisimman pienet pakokaasupäästöt. Lisäksi dieselmoottori voidaan pysäyttää kokonaan akkujen varaustason ollessa riittävä. Kaikki hybridi linja-autot ovatkin toteutettu lähinnä sarjahybriditekniikallajuuri sen mahdollistamien etujen vuoksi. Sähkömoottorien hyvä sitkeys ja hyvä vääntömomentti heti liikkeelle lähdettäessä helpottavat useissa kiihdytyksissä, joita paikallisliikenteen linja-autoille tulee. /4, s. 646./

Paikallisliikenteen linja-autoon hybriditekniikka sopii hyvin, pidemmillä matkoille käytettäviin linja-autoihin ei niin hyvin. Hybriditekniikan hyödyt korostuvat taajamissa. Siten hybriditekniikkaa on alettu hyödyntää myös esimerkiksi jakelu- ja roska-autoissa. Niilläkin tulee hybriditekniikalle hyvin suotuisia ajoja. Volvo on jo tuotantoon asti kehittänyt hybridikäyttöisen kuorma-auton jakelukäyttöön ja roskan kuljetukseen. Volvon hybridi-kuorma-auto toimii rinnakkaishybridien tavoin, sähkömoottori on siten vaihteiston ja polttomoottorin välissä. Liikkeelle lähdetään lähinnä sähkömoottorin voimin ja dieselmoottori tulee saumattomasti mukaan vauhdin kiihtyessä, sitten moottorit toimivat rinnakkain. Lataus tapahtuu hybridihenkilöautojen tapaan auton omasta liike-energiasta, joten muuta latausta ei tarvita. Käytössä ovat litiumioniakut. Volvon mukaan hybridikäytön avulla kulutuksessa säästetään 20 – 30%, ja päästöissä 30%. Säästöt ovat siten melko suuria, auton melutason luvataan putoavan puoleen kiihdytyksissä. /11./

Raskaassa liikenteessä täys- ja puoliperävaunu yhdistelmissä sekä pitkän matkan linja-autoissa hybriditekniikasta ei ole tarvittavaa hyötyä. Linja-autot, joilla ajetaan pääosin vain maantiellä, eivät saa niin riittävää hyötyä sähkömoottorin avustuksesta maantiejossa ylämäissä tai kiihdytyksissä, jotta niitä olisi kannattavaa tehdä. Raskaiden yhdistelmien tapauksessa tilanne on sinänsä toinen, apu olisi kiihdytyksissä ja ylämäissä tarpeen. Hyvin suurien kuormien vetämisessä tosin sähkömoottorien ominaisuudet ovat taas ongelma, sillä ne joutuvat silloin hyvinkin epäedullisen kuormituksen alaisiksi. Lisäksi ison linja-auton tai raskaan yhdistelmän dieselmoottorin hyötysuhde on itsessään jo niin korkea, että sähkömoottorilla ei saada riittävän suurta etua maantiellä. Etenkin linja-autot kulkevat hyvin tasaisesti, ei tule esimerkiksi ohituksia tai juurikaan ylimää räisiä kiihdytyksiä. Raskaalla yhdistelmällä tulee kyllä kiihdytyksiä esimerkiksi ylämäkiin, ohituksia ei niilläkään. Periaatteessa suurempi hyöty hybriditekniikasta olisikin yhdistelmille. Niissä kuitenkin ongelmiksi varmasti muodostuvat käyttöominaisuuksiltaan järkevän sähkömoottorin löytäminen, ja sitten hybriditekniikan hyödyn riittävyys maantiellä, yhdistelmillä ei juurikaan muualla ajeta. Nykyisin raskaiden hybridiyhdistelmien toteuttaminen varmasti teoriassa on mahdollista, mutta sen hyötyä ajatellen ja etenkin valmistuskustannuksia ajatellen ei välttämättä järkevää.

Hybriditekniikkaa on jo useampien vuosien ajan hyödynnetty myös laivaliikenteessä. Siellä polttomoottorit toimivat lähinnä sähkövoimaloina, sarjahybridikäytöstä on siis kysymys. Laivakäytössä myös polttokennot olisivat mahdollisia, myös hybridikäytössä polttomoottorien korvaajina. Polttokennoja on jo jopa koekäytetty laivoissa. Myös laivaliikenteessä päästöjen vähentäminen on erityisen tärkeää. Jo 1960-luvulta asti on tehty myös ydinreaktorin voimin kulkevia ratkaisuja, lähinnä sotilaskäyttöön. Nopeita muutoksia laivaliikenteessä ei kuitenkaan nähdä suuntaan eikä toiseen, sillä laivojen käyttöikä on kymmeniä vuosia. /12./

Raideliikenne on tärkeä liikennemuoto, jossa käyttövoimana käytetään jotain muuta kuin raakaöljystä jalostettuja tuotteita. Pääradat Suomessa ovat sähköistettyjä, n. 80% liikenteestä ajetaan sähköllä. Dieselkäyttöä hyödynnetään vain rataosuuksilla, joissa sähköistystä ei ole. Suomessa dieselkalusto on kuitenkin vanhaa ja uudistuminen on hidasta. Rataverkkoja uudistamalla, matkoja lyhentämällä ja ratoja parantamalla pyritään nopeuttamaan matkantekoa. Siten raideliikenne pyrki kilpailemaan jopa lento liikenteen kanssa. /12./

5.7 Hybridien tulevaisuudennäkymät

Ennakkoluulot ovat osittain olleet hybridien menestyksen ongelma, kuluttajia arveluttavat esimerkiksi autojen jälleenmyyntiarvo sekä korkeajännitejärjestelmän akkujen kestoikä ja tekniikan luotettavuus yleensä. Ajatus kalliiden akkupakettien uusimisesta mietityttää kuluttajia. Lisäksi myös hybridiautojen monimutkaisempi tekniikka, korkeampi hinta ja korkeampi paino ovat monen kuluttajan mielestä kyseenalaisia seikkoja. Kuitenkin hybrideitä on ollut markkinoilla jo usean vuoden ajan, ja niillä on useita tyytyväisiä omistajia. Hybriditekniikka myös kehittyy kokoajan ja ominaisuudet paranevat entisestään. Esimerkiksi korkeajänniteakkujen kestoikä ei ole muodostunut hybridien keskuudessa ongelmaksi. Hybridien tulevaisuuden näkymiä parantaa lisäksi se, että monissa maissa hybridien ostohintaa ja käyttökustannuksia pudottavat niille suotuisa verotus. Korkeahko hankintahinta on kuitenkin aina ollut hybridien myyntiä rajoittava ongelma. /10./

Kaikesta huolimatta hybriditekniikan tulevaisuus automaailmassa ja yleensä liikennekäytössä on varmasti hyvinkin valoisa. Hybridit ovat viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana yleistyneet voimakkaasti, ja hybridiautoja alkaa näkyä liikenteessä yhä enemmän. Hybriditekniikasta on paljon hyötyä autokäytön lisäksi myös joukkoliikenteessä, ja käyttö sielläkin on yleistymässä. Hybriditekniikasta on tosiaan monessa muodossa ja käytössä paljon hyötyä. Sillä saavutetaan kiistattomia etuja polttoainekuiluissa ja lisäksi myös päästöissä. Hybriditekniikka myös kehittyy jatkuvasti, ja sen toteuttaminen eri muodoissaan helpottuu. Tulevaisuudessa hybridien prosentuaalinen osuus liikenteessä onkin suurella todennäköisyydellä paljon isompi kuin nykyisin. Hybridien myyntilukujen voisi odottaa nousevan, kun saataisiin automallistoihin lisää tarjontaa ja kun hinnat mahdollisesti putoaisivat lähemmäs perinteisiä autoja. Tulevaisuudessa tämäkin seikka varmasti voisi toteutua. /10./

Akkutekniikka on ollut hybridi- ja sähköautojen kehittämisessä suuri ongelma. Paino nousee isojen akkujen takia autoissa liikaa, ja järkevältä tuntuvan akunkokonaiskapasiteetin saavuttamiseksi on myös akkujen suuri koko aiheuttanut ongelmia akkupaketin autoon sijoittamisen kanssa. Kaikesta huolimatta akkutekniikka on jo mahdollistanut useiden hyvin toimivien hybridiautojen toteuttamisen. Sitä on edesauttanut myös

litiumioniakkujen käytön mahdollistuminen. Tulevaisuudessa energianvarastoinnissa kykenevämmät litiumioniakut varmasti yleistyvät hybridikäyttöissä.

Tulevaisuudessa hybridautojen ja sähköautojen energian varastoinnissa tullaan todennäköisesti käyttämään myös superkondensaattoreita, niitä on jo käytössä joissain hybridilinja-autoissa. Niillä saavutettaisiin suuria etuja, ja erityisesti sähköautot, mutta myös pistokehybridit, hyötyisivät niistä ja niiden ominaisuuksista paljon. Superkondensaattori varaa itseensä staattista sähköä ja se estää tasavirran kulun lävitseen, se päästää lävitseen kuitenkin vaihtovirtaa. Hybridautojen energiavarastoksi se sopisikin siten erinomaisesti. Hyvänä puolena lisäksi on se, että superkondensaattori ei vie yhtä paljon tilaa kuin nykyiset akkupaketit, ja se on lisäksi huomattavasti kevyempi. Lisäksi niillä voitaisiin nopeuttaa pistokehybridien tai sähköautojen lataamista huomattavasti. Lataus nykyisillä akuilla kestää tunteja, superkondensaattoreilla se voitaisiin suorittaa jopa minuuteissa. Hybridauto ja sähköauto käyttöä ajatellen mahdolliset superkondensaattorien tuomat edut ovat kiistattomat. Superkondensaattorin ominaisuuksien erikoisuus verrattuna tavalliseen kondensaattoriin on siinä, että se pystyy varastoimaan hyvin paljon enemmän energiaa, siinä pystytään saavuttamaan hyvin korkea energiatiheys. Suurin ero superkondensaattorilla verrattuna perinteiseen kondensaattoriin on sen korkea sisäinen resistanssi. /6./

Kehittyvät energianvarastointikeinot myös tuovat tullessaan myös mahdollisuudet ajaa hybridi- ja sähköautoilla pidempiä matkoja pelkällä sähköllä. Ajettaessa pelkällä sähköllä pitkiä matkoja auton latautuminen sen omasta liike-energiasta ei välttämättä enää riitä, vaan tarvitaan myös mahdollisuus ladata autoa ulkoisesta virtalähteestä. Pistokehybridit ovat jo tulleet, ja ne alkavat yleistyä. Pistokehybridit vievät hybridautoja lähemmäs sähköautoja pidemmällä toimintasäteellään pelkän sähkövoimin. Latauspisteiden lisääntyessä kaupungeissa, pistokehybrideillä ajavat saavat mahdollisuuden ajaa kaupunkialueilla hyvinkin pitkiä matkoja pelkällä sähköllä. Tulevaisuuden todennäköisesti pistohybridien latausajat tulevat vielä lyhenemään, ja akku saadaan hyvin nopeasti täyteen. Mikäli vielä tulevaisuudessa kaikkien sähkö- ja pistokehybridien latauspistokkeet saataisiin samanlaisiksi, tulisi niiden käyttö kaupungeissa ja mahdollisesti pidemmälläkin matkalla helpommaksi. Pistokehybridien kääntöpuoli on paremman akkukapasiteetin tuoma korkeampi hinta. Hyvänä puolena taas on se, että pidempi toimintasäde pelkällä sähköllä takaa pienemmät polttoainekulut. Lisäksi pie-

nemmät päästöt tuovat mukanaan matalamman autoveron, ylläpitokuluissa saadaan siis säästettyä. /9./

Hybridi- ja sähköautojen lataustekniikoita on kehitetty jatkuvasti koko niiden elinkaaren läpi. Ominaisuuksien lisääntyessä lataamisen tarve lisääntyy, toisaalta myös akut paranevat. Moderni lataustekniikka, ja myös tehokas sellainen ovat aurinkokennot. Oivallinen sijoituspaikka niille on auton katolla. Aurinkokennoja on jo nyt käytössä esimerkiksi Toyota Priuksessa sekä Fisker Karmassa, tulevaisuudessa vastaavia ratkaisuja tullaan varmasti näkemään enemmänkin. Kaikki auton liikkumisesta ja ulkoilman tuomista mahdollisuuksista hyötykäyttöön pyritään hyödyntämään akkujen latauksessa. Kaikki ulkoinen lataus alentaa autojen päästöjä ja pienentää polttoaineen kulutusta.

6 YHTEENVETO

Hybriditekniikka on vielä automaailmassa melko uutta, siihen liittyen oli siten mielekästä kerätä tietoa ja aiheeseen oli mielenkiintoista perehtyä. Hybridiautot tuovat omat vaatimuksensa myös korjaamoille, hybridiautoja alkaa olla myös yhä enemmän. Pätevyyttä sekä tietoa niihin liittyen korjaamoilta vaaditaan lisää jatkuvasti. Hybriditekniikkaan liittyvään työhön tuntuikin mielekkäältä liittää myös tämä vielä melko uusi asia ja paljon korjaamoita puhuttava seikka. Opinnäytetyön tavoitteet täyttyivät kaikkiaan hyvin, työhön saatiin hyvin tietoa hybriditekniikasta ja hybridiautoista, kuten oli tarkoituskin. Lisäksi tietoa saatiin hyvin hybridien vaikutuksista korjaamojen toimintaan. Kokonaisuutena teoriaosuus työssä on hyvä. Valitsin tämän aiheen, koska se tuntui mielenkiintoiselta ja lisäksi automaailmassa ajankohtaiselta.

Laajan teoriaosuuden tukena tuntui mielekkäältä käyttää jotain muutakin. Päädyin omistajien ja korjaamoiden pienimuotoisiin haastatteluihin, tuloksista saatiin suuntaa antaviksi riittävät. Kyselyt tehtiin mahdollisuuksien rajoissa, hybridiautoja etenkin on liikenteessä vähän. Haastatteluista saatiin hyvä tuki muuhun tietopakettiin.

Omasta mielenkiinnostani halusin tehdä myös koeajon Honda Insightilla ja nähdä kulutuslukemat, joihin sillä pääsee. Myös koeajosta oli hyvä tuki muulle työlle, ja se auttoi erityisesti tekemään pohdintaa työhön liittyen monissa eri työn vaiheissa. Koe-

ajo kertoikin hybridiautosta ja sen ominaisuuksista paljon. Omasta mielenkiinnostani halusin verrata Insightin kulutusta myös toiseen hyvin taloudelliseen autoon.

Kokonaisuutena työ oli mielenkiintoinen ja opettavainen minulle. Hybriditekniikka on laaja aihe ja opin työtä tehdessäni siitä paljon uutta. Hybridiautot ovat autoilun tulevaisuutta päästö määräysten kiristyessä, osin senkin takia aiheesta on hyvä kerätä tietoa. Hybriditekniikan hyödyntämisen ja hybridiautojen yleistymisen kannalta on myös tärkeää että tietoa tuotaisiin julki. Hyvistä sekä erityisen nykyaikaisista vaihtoehdoista autoilussa tulisi jakaa tietoa kaikille, etenkin autojen ostajille.

LÄHTEET

1. Martikainen, Juhani. Autoelektroniikka 2. Opetusmateriaali; 2010.
2. Niemi, Aimo. TM pistokoeajo. Sähköllä säästäen. TM koeajo. Hybridin näköinen oivallus. Tekniikan maailma. Nr. 17/2009. s.126-135.
3. Ahonen Hannu ja Pekka Aromaa. TM käyttötesti 60 000km. Sähköhamsteri. Tekniikan maailma. Nr. 16/2010. s.12 - 21.
4. Robert Bosch GmbH. Auto teknillinen taskukirja 6. painos.
5. Korjaamalla oltava sähkötoiden johtaja. Suomen Autolehti 1/2012. s.46.
6. Wikipedia. Superkondensaattori. WWW-dokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Superkondensaattori>
 Päivitetty 21.3.2013.Luettu 10.4.2013.
7. Trafi. Hybridikäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröinnit 2012. WWW-dokumentti.
http://www.trafi.fi/filebank/a/1358836435/47d939e4a2ef456f1983ee5677efc200/11111-Hybridiautot_2012_ensirek.pdf
 Ei päivitystietoja. Luettu 10.4.2013.
8. Kalle Kataja. Toyota Prius PHEV Pistokehybridiauto. WWW-dokumentti.
http://www.jklpaviljonki.fi/sahko2012/PHEV_Kalaja_3.2.12.pdf
 Ei Päivitystietoja. Luettu 10.4.2013.
9. Motiva. Hybridiautotyypit. WWW-dokumentti.
http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/hybridiautot/hybridiautotyypit
 Päivitetty 10.8.2012.Luettu 11.4.2013.

10. Motiva. Hybridiautot. WWW-dokumentti

http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/hybridiautot

Päivitetty 8.8.2012. Luettu 11.4.2013

11. Volvotrucks. WWW-dokumentti.

<http://www.volvotrucks.com/trucks/finland-market/fi-fi/aboutus/every-drop-counts/Pages/hybrid.aspx>

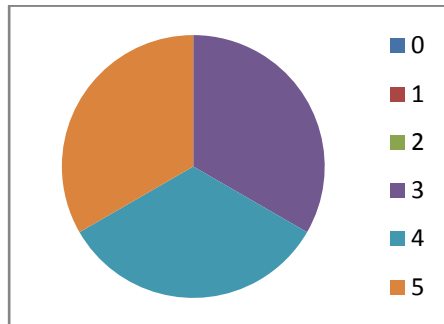
Ei päivitystietoja. Luettu 6.5.2013.

12. Tem. WWW-dokumentti.

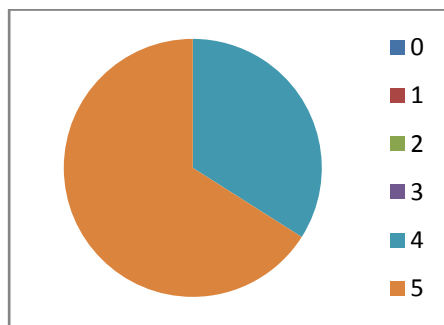
http://www.tem.fi/files/18694/Laurikko_Liikenne_ja_tyokoneet.pdf

Päivitetty 12.2.2008. Luettu 6.5.2013.

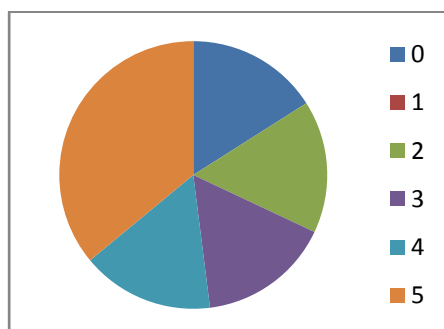
1. Ovatko hybridiautot tuoneet lisähaasteita korjaamon toimintaan?



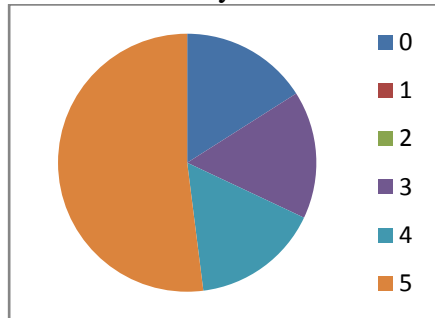
2. Asettavatko hybridiautot huomioitavaa asentajien työturvallisuuden kannalta?



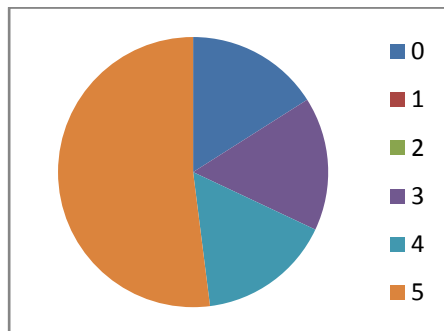
3. Onko hybridiautoilla ajavien asiakkaiden määrä lisääntynyt viime vuosina?



4. Aiheuttaako hybridiauton tekniikka paljon kysymyksiä autojen omistajilta?



5. Ovatko asiakkaat yleisesti ottaen vaikuttaneet tyytyväisiltä hybridiautoihinsa?

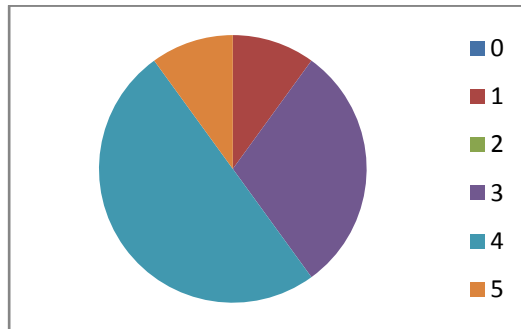


0 Ei osaa sanoa

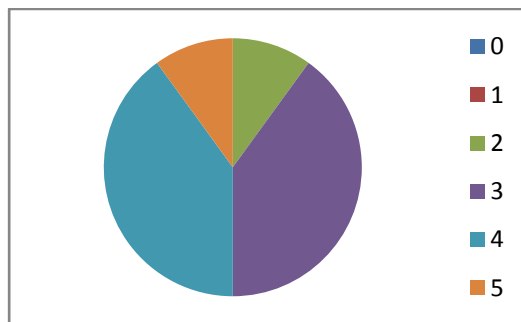
1 Täysin eri mieltä

5 Täysin samaa mieltä

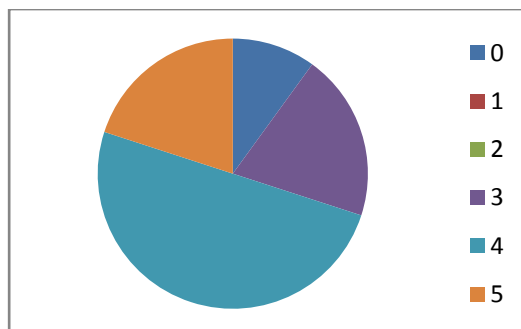
1. Oliko teillä hybridauton hankinnassa tavoitteena halvempi autoilu?



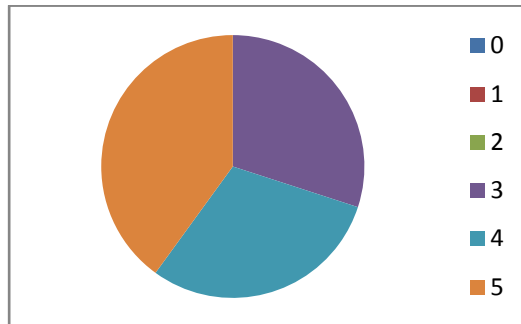
2. Vastaako kulutus mahdollisia odotuksianne?



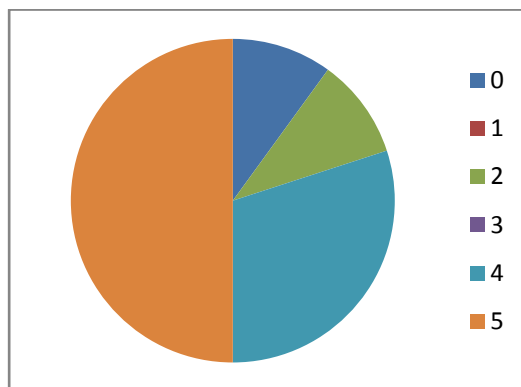
3. Onko auton käyttö talvella miellyttävää?



4. Yleisesti, onko Hondan käyttämä hybridiratkaisu mielestänne toimiva?



5. Voisiko seuraava autonne olla hybridi?



0 Ei osaa sanoa

1 Täysin eri mieltä

5 Täysin samaa mieltä

Hybridikäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröinnit 2011 - 2012



Hybridikäyttöiset henkilöautot 2012

Hybridikäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröinnit tammi-joulukuu 2012 ja 2011

Merkki	Malli	1-12 2012	1-12 2011
Audi	A8 Hybrid	1	-
Audi	Q5 Hybrid	33	1
BMW	Activehybrid X6	-	1
Chevrolet	Volt	2	-
Citroen	DS5 Hybrid4	6	-
Fisker	Karma	3	-
Ford	Escape Hybrid	-	2
Honda	CR-Z	13	34
Honda	Insight	57	121
Honda	Jazz Hybrid	138	191
Lexus	CT 200H	130	141
Lexus	GS 450H	19	2
Lexus	LS 600H	1	1
Lexus	RX 450H	33	37
Mercedes-Benz	E300 Bluetec Hybrid	38	-
Opel	Ampera	48	-
Peugeot	3008 Hybrid4	13	-
Peugeot	508 RXH Hybrid4	8	-
Porsche	Cayenne S Hybrid	1	4
Porsche	Panamera S Hybrid	1	3
Toyota	Auris HSD	275	390
Toyota	Prius	205	207
Toyota	Prius plug-in Hybrid	73	-
Toyota	Prius Plus	155	-
Toyota	Yaris Hybrid	238	-
Volvo	V60 plug-in Hybrid	2	-
Yhteensä		1493	1135

Trafin hybridauto-tilasto on laadittu tiedossa olevien merkkien ja mallien perusteella ja siihen sisältyy näin ollen epävarmuustekijöitä. Tilaston lukuja voidaan pitää suuntaa-antavina. Tilasto sisältää sekä ladattavat että itselataavat hybridit, ladattavat on korostettu sinisellä.